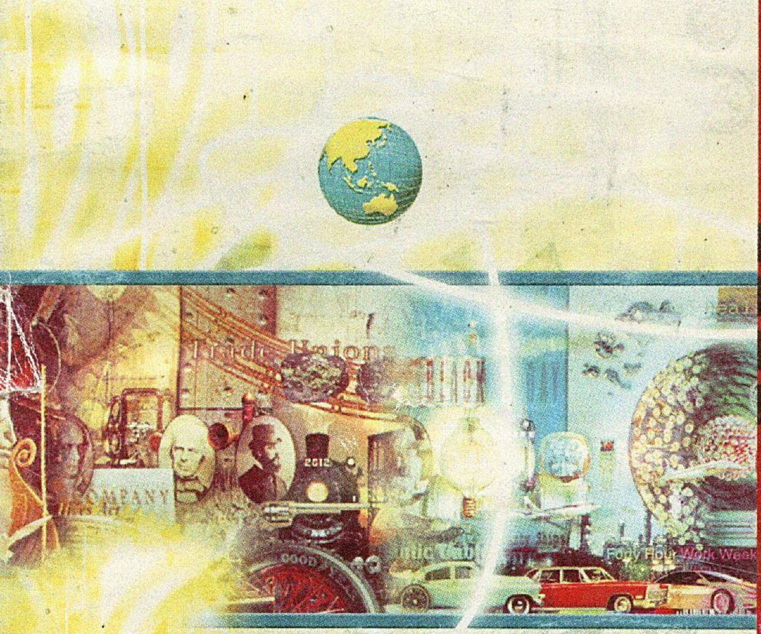
الانسان والطاقة عبر التاريخ

أ. د / توفيق محمد قاسم



مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٤
الأعمال العلمية
مكتبة الأسرة
مكتبة الأسرة ١٠ سنوات

إهـــــــداء٢٠٠٩

المرحوم الدكتور/ محمد فتحي أحمد محمد سيد

جمهورية مصر العربية

الإنسان والطاقة عبر التاريخ

تأليف

أ.د. توفيق محمد قاسم

مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٤

مكتبة الأسرة

برعاية السيدة سوزان مبارك

(سلسلة الأعمال العلمية)

إشراف : حسان كمال)

الإنسان والطاقة عبر التاريخ

تأليف أ.د. توفيق محمد قاسم

الغلاف والإشراف الفنى :

للفنان : محمود الهندى

للفنان : محمد كامل

الإخراج الفنى والتنفيذ:

صبرى عبدالواحد

الإشراف الطباعى:

محمود عبدالمجيد

المشرف العام :

د . سمير سرحان

الجهات المشاركة :

جمعية الرعاية المتكاملة المركزية

وزارة الثقافة

وزارة الإعلام

وزارة التربية والتعليم

وزارة التنمية المحلية

وزارة الشباب

التنفيذ : هيئة الكتاب

السيدة التى جعلت من الكتاب وطناً !

د. سمير سرحان

مرت عشر سنوات منذ إنشاء «**مكتبة الأسرة**» وأذكر أنه كان يومًا مشهودًا، حين جلسنا مع عدد من المثقفين والوزراء والمفكرين حول تلك السيدة العظيمة التى كانت عيناها تشخص إلى السماء حيث أحلام كثيرة تدور بذهنها الذى لا يتوقف عن التفكير أبدًا.

كانت منذ سنوات قد أنهت رسالتها من الماجستير، التى كان من نتائجها ضرورة إصلاح أحوال المدارس الابتدائية، ورفع مستواها العلمى والتعليمى، وحتى مستوى الأبنية والخدمات.. فكان الأساس فى ذهنها، كما أدركت بعد ذلك معظم الدول الكبرى أن العملية التعليمية هى أهم ما يميز الأوطان، وأن الطفل الذى يمثل البذرة الأولى فى بناء مستقبل أى وطن هو البداية الحقيقية، كنا نتعجب جميعًا فى صمت ونحن جالسون حول تلك المائدة الصغيرة.. لماذا لم يفكر أحد من قبل فى الطفل، ولا أعنى صحته فقط، أو ما قد يصيبه من أمراض، أو مستوياته الاقتصادية

والاجتماعية.. لماذا لم يفكر أحد فى الطفل الإنسان؟! أى فى عقل الطفل ووجدانه، والانطباعات المختلفة، التى يكتسبها من عملية التعلم، وبخاصة من القراءة الحرة، وليس قراءة الكتب المدرسية فقط.

وكان الطفل المصرى فى ذلك الوقت معتادًا أن يمسك بالكتاب المدرسى ويصب عليه كل ما فى طاقته من كره وسخط، ويحفظه حفظًا آليًا بلا فهم، ويُفرّغ هذا الفهم على الورق لينجح وينتقل من سنة دراسية إلى أخرى، أما فى آخر السنة فكانت العادة أن يرمى الكتاب المدرسى من النافذة، كأنه قد تخلص من عبء ثقيل.

كانت السيدة العظيمة، التى قُدّر لها أن تعنى بمستقبل مصر، وأن تكرس حياتها لبناء هذا المستقبل، تفكر فى الطفل كإنسان، وكعقل، وكروح.. لقد اكتشفت أن كل ذلك لا يأتى إلا بالقراءة، والقراءة خارج المقرر الدراسى، كما لا يأتى أيضًا إلا من خلال كتاب يوضع فى يده ليحبه شكلاً ومضمونًا، ويحتضنه فى سريره وهو نائم، ويطلق من خلال المادة التى يقرؤها فيه، العنان لخياله، فيسافر من خلال هذا الكتاب إلى عالم سحرى من الأماكن والأفكار والمشاعر والرؤى.

لمعت العينان الذكيتان بعمق الفكرة، وأهميتها لوطن يبنى نفسه ويضع نفسه على مشارف القرن الحادى والعشرين، وبعد أربع سنوات من افتتاح المكتبات العامة فى الأحياء الفقيرة والمُعدَمة،

كانت الفكرة الرائدة قد اكتملت فى ذهنها فأصبحت سوزان مبارك صاحبة أعظم مشروع ثقافى فى القرن العشرين وأوائل الحادى والعشرين.. «**مكتبة الأسرة**».

وكانت فكرة مكتبة الأسرة بسيطة وعميقة فى نفس الوقت، وهى أن نقوم بغرس عادة القراءة فى نفوس ملايين أبناء الشعب الذين لم يكن الكتاب من قبل جزءًا من حياتهم.. وأعتقد أن هذا الهدف قد نجح تمامًا، فقد كان بعض من يسخرون من الشعب المصرى، محاولين الحط من قدره يصفونه بأنه شعب **الفول والطعميه**، وأعتقد أنه الآن وبعد عشر سنوات من صدور مكتبة الأسرة، أصبحوا يسمونه بلا تردد شعب الكتاب والقراءة والعلم والمعرفة.. لكن الهدف الأعمق والأسمى كان إعادة بعث التراث الأدبى والفكرى والعلمى والإبداعى الحديث لهذه الأمة، وهذا يؤكد بالفعل لا بالكلام ريادتها وقيادتها الثقافية والفكرية فى عالمنا العربى، كما يؤكد عظمة ما جاء به عصر التنوير المصرى لينقل العالم العربى كله من عصور الظلام المملوكية والاستعمارية إلى شعوب تعيش عصر العلم والتقدم، وتبنى شخصيتها الثقافية وحضورها الثقافى على مدى العالم..

وها قد أصبحت مكتبة الأسرة بعد عشر سنوات من الجهد المضنى والمتواصل تقدم أكثر من عشرة ملايين كتاب موجودة الآن فى كل بيت مصرى، تحمل صورة السيدة التى فكرت ونفذت هذه

الذخيرة من الفكر والإبداع التى تثرى عقل ووجدان كل مواطن طفلاً كان أم شابًا، ليس فى مصر فقط، وإنما فى العالم العربى كله.. وأصبحت المادة التى تضمها هذه الكتب هى أساس راسخ لتكوين مواطن المستقبل، وأصبحت معظم الدول العربية والمؤسسات الدولية تطلب تطبيق التجربة المصرية على أرضها.

هل كان مجرد حلم لسيدة عظيمة شخصت بنظرها إلى السماء باحثة عن المستحيل، أم كان مجرد حلم رائع، هائل القيمة والحجم وتحقق.. تحية لهذه السيدة العظيمة «**سوزان مبارك**»، واحترامًا وحبًا بلا حدود على قدرتها لتخيل المستقبل، وبناء إنسان جديد لوطن جديد.

وستظل صورة السيدة **سوزان مبارك** موجودة على كل كتاب، وفى كل بيت تُذكّر كل مصرى أن الحلم الحقيقى ليس بالمال، وليس بالتهافت على الماديات، إنما هو «**المعرفة**» وبدون معرفة فى هذا العصر لا يوجد وطن، وإذا فقد الإنسان الوطن فقد ذاته.. بل فقد كل شىء يربطه بهذه الحياة.

د. سمير سرحان

مقدمة

الطاقة هى عصب الحياة الإنسانية عبر العصور والأزمان هادفة راحة الإنسان ورفاهيته فى كل مكان . وهى مقياس للنمو الاقتصادى والتقدم العلمى والتكنولوچى والرقى الحضارى . وأيضًا مؤشرًا للرفاهية وحسن الأحوال للشعوب والبلدان .

وكما هو معروف فهناك شكلان رئيسيان للطاقة ، الأول هو الطاقة الانتقالية (Transitional) وهى طاقة متحركة . ومن أمثلتها الطاقة الحرارية ، والثانى هو الطاقة المختزنة (Stored) حيث توجد على هيئة كتلة مثل الطاقة الكيميائية أو موقع فى مجال قوة مثل جسم فى مجال الجاذبية الأرضية كطاقة الوضع . وبصفة عامة فتوجد عدة مجموعات أساسية من أشكال الطاقة المختلفة حيث تشمل : الطاقة الكهرومغناطيسية والطاقة الكيميائية والطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية وأيضًا الطاقة النووية والطاقة الكهربائية .

وتنقسم مصادر الطاقة الطبيعية والتى يستخدمها الإنسان إلى مصدرين رئيسيين : الأول هو الطاقة الفضائية والقادمة من خارج نطاق الكرة الأرضية والتى تصل إلى سطح الأرض من الفضاء الخارجى وتشمل الطاقة الكهرومغناطيسية وطاقة الجاذبية وأيضًا طاقة الجسيمات من النجوم والكواكب . ويمكن الاستفادة من الطاقة الفضائية فى الحصول على أشكال أخرى من الطاقة مثل الطاقة الشمسية وهى طاقة كهرومغناطيسية قادمة من الشمس . وأيضًا طاقة المد والجزر فى البحار والمحيطات وهى الناتجة من طاقة الجاذبية للقمر . ومن المفيد أن نذكر بأن مصادر الطاقة الفضائية هى مصادر دائمة ومتجددة بالإضافة إلى أنها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة .

أما المصدر الثاني للطاقة فهو الطاقة الأرضية وهى متوافرة سواء على سطح الأرض أو فى باطنها . وتشمل الطاقة الكيميائية مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى . وأيضًا الطاقة النووية والتى يمكن الحصول عليها نتيجة للتفاعلات النووية سواء الانشطارية أو الاندماجية. ونضيف كذلك الطاقة الحرارية الجوفية والتى توجد في باطن الأرض على هيئة بخار أو ماء حار أو صخور صلدة حارة .

وبعد فهذا هو مؤلفنا الثالث فى منظومة الثقافة العلمية وتبسيط العلوم حيث تشمل أولى هذه المنظومة كتاب بعنوان «البترول والحضارة» . أما الكتاب الثانى فى هذه المنظومة فهو بعنوان «التلوث مشكلة اليوم والغد» . وقد أمضينا الوقت وبذلنا الجهد هادفين بذلك إلى مساهمة متواضعة فى نشر الثقافة العلمية بين جموع مواطنينا الكرام وفى ربوع بلادنا الحبيبة مصر وأيضًا أمتنا العربية الكريمة ، مع الأخذ فى الاعتبار الأسلوب العلمى طريقًا ومنهجًا وهو السبيل الوحيد للتقدم والإرتقاء فى كافة مجالات الحياة .

والله ولى التوفيق ،،،

أ.د. / توفيق محمد قاسم

تمهيد

الطاقة الشمسية (Solar Energy) :

من المعروف أن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة فى كوكبنا الأرضى . كذلك فنحن تعرف أن الشمس يحدث بها تفاعلات نووية اندماجية (Nuclear Fusion Reactions) بين أنوية ذرات الهيدروجين بسبب ضعف قوى التنافر بين هذه الذرات لاحتواء أنوية ذراتها على بروتون واحد . وينتج عن هذه التفاعلات طاقة هائلة حيث يصل جزء ضئيل منها إلى سطح الأرض والذى يكفل الحياة الإنسانية والحيوانية والنباتية وأيضًا هو الأصل لمعظم مصادر الطاقة المعروفة لنا والمختزنة منذ ملايين السنين مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى .

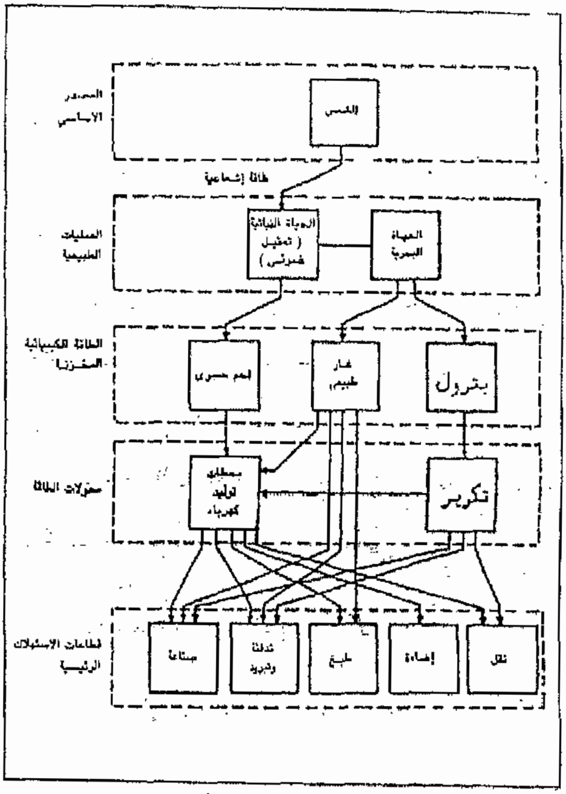
ومن أمثلة هذه التفاعلات النووية الاندماجية نذكر :

$$_{1}D^{2} + {}_{1}D^{2} \rightarrow {}_{2}He^{3} + {}_{0}n^{1} + \text{Energy}$$

$$_{1}D^{2} + {}_{1}T^{3} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{0}n^{1} + \text{Energy}$$

ففى التفاعل الأول يحدث اندماج بين نواتى ذرتى الديوتيريوم $({}_{1}D^{2})$ (Deuterium) وينتج أحد نظائر عنصر الهليوم $({}_{2}He^{3})$ ،

بينــما التفــاعل الثانــى فيحدث بــين نواة ذرة ديوتيــريوم ونواة ذرة تريتيوم ($_{1}T^{3}$) (Tritium) وينتج نظير الهليوم ($_{2}He^{4}$) .



الشمس المصدر الرئيسى للطاقة

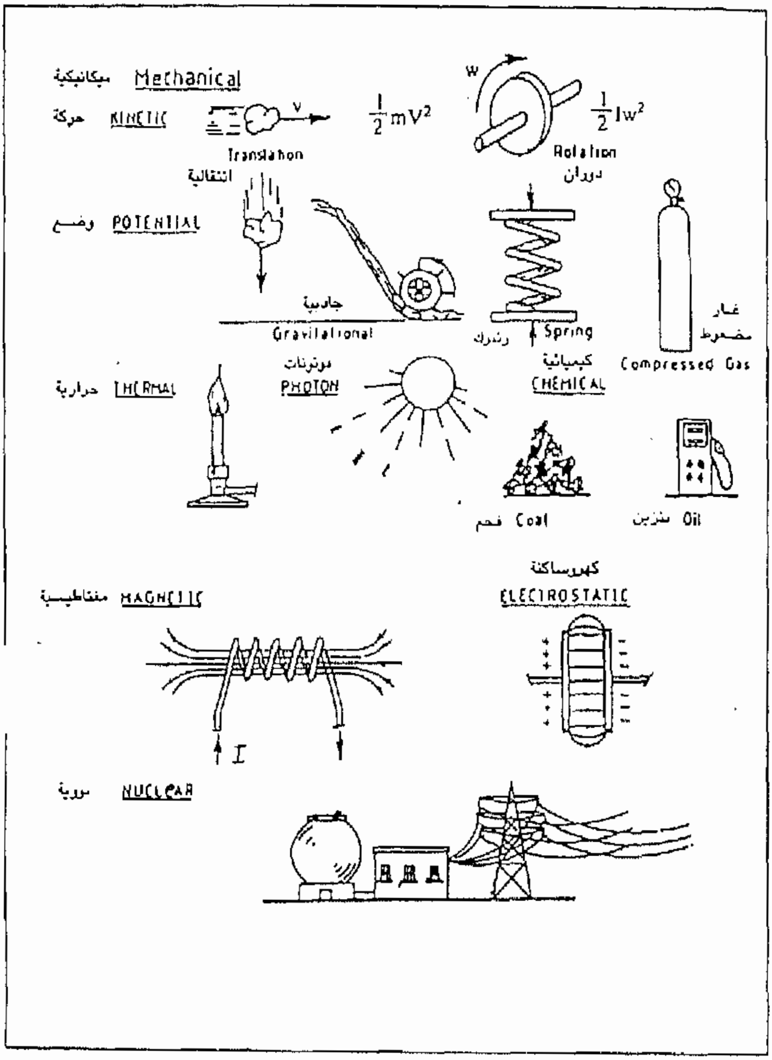
التمثيل الضوئى (Photosynthesis) :

ليس بـجديد أن نذكـر أن هذه العمـلية الحيـوية الجليـلة هى إحدى النعم الكبرى التى وهبهـا الله سبحانه وتعالى للإنسان وهو سيد مخـلوقاته حيث أنـه بدونها لما كانـت هناك حياة علـى سطح الأرض . وهذه العملـية تحدث من خلال النباتـات الخضراء حيث تمتص غـاز ثانى أكسـيد الكربـون من الهواء عـن طريق ما يـسمى بالثغور (Stomata) الموجودة فى أوراقها الخضراء . بينما تمتص الماء والأملاح المعـدنية من التربـة بواسطة الجذور . وفـى وجود مادة الكلوروفيل (Chlorophyll) والطاقـة الشمسـية (Solar Energy) يصـنع أولاً المواد الكـربوهيدراتـية مثل الـنشا ومنـها تنتـج المواد الدهـنيـة والمواد الأزوتـية . وخلال هـذه العـمليـة ينـطلـق غاز الأكسوجين .

ومن الـسياق السـابق ذكره نرى أن الـنباتـات الخضراء تعـمل كوسيط لاختـزان الطاقة الشمسية بعـد تحويلها إلى طاقة كيـميائية (Chemical Energy) ومنها تنتقل هذه الطاقة إلى الحيوانات والتى تعتـمد فى تغـذيتها علـى النباتات . وأخـيراً يأتى الإنـسان والذى يتغذى على كل مـن النباتات والحيوانات حيث يستـفيد من الطاقة المختزنة بهما محققًا ما يعرف بهرم الطاقة (Energy Pyramid) .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن تـراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات منذ ملايين السنين حيث تحولت ببطئ تحت تأثير الـضغط العالى والحرارة المرتـفعة وفعل البكتـيريا وربما بعض النشاط الإشعاعى إلى زيت البترول والغاز الطبيعى .

أما الفحم فهو يـنتج من تحلل النباتات بفعـل العوامل السابق ذكرها . وهكذا فإننا نرى الطاقة الشمسية هى الأصل لبعض أنواع الوقـود التقـليديـة غير المتجـددة مثل الـفحم والـبترول والـغاز الطبيعى.



بعض الصور المختلفة من الطاقة

الباب الأول

الفحم

الباب الأول

الفحـــم

(Coal)

مقدمة :

عرفت البشريـة الفحم منذ مئات السنين . كـما زاد استهلاكه بدرجة كـبيرة بعد الثـورة الصناعيـة فى أوروبا حيث استـخدم فى صهر المعادن وتولـيد الطاقة من البخار . وقد ظل الفـحم محتفظًا بالمـرتبة الأولـى بين مصـادر الطاقة المستخـدمة فى الـعالم حـتى الخمسـينات من القرن الـعشرين إلى أن احـتل البترول مكـانه فى الصدارة بسـبب توافره بأسعار رخيـصة وسهولة نقل الـبترول من أماكن استخراجه إلى أماكن استهلاكه .

ولكـن بعد حـرب السادس مـن أكتـوبر المجيـدة عام ١٩٧٣ ميـلادية (العاشر من رمـضان عام ١٣٩٣ هجرية) ارتفعـت أسعار البترول بـصورة لم تحدث من قبل وأيـضًا احتياج الإنسان المـستمر لمزيد من الطاقة لجأت بعض الدول مرة أخرى إلى استخدام الفحم

سواء بحالته الطبيعية أو بعد تحويله إلى غازات أو سوائل بترولية وخاصة أن الاحتياطى العالمى للفحم هائل حيث يقدر الخبراء بعدم نضوبه قبل عام ۲٥۰۰ ميلادية على الأقل . وبديهى فهذا الرأى قابل للتغير وفقًا لمعدلات الاستهلاك العالمى للفحم وأيضًا لكميات الفحم المقدر اكتشافها مستقبلاً وإضافتها إلى الاحتياطى العالمى للفحم .

أصل تكوينه (Origin of Coal) :

كلنا نعرف العملية الحيوية والمعروفة بالتمثيل الضوئى (Photosynthesis) والتى فيها تمتص النباتات الخضراء الماء من التربة الزراعية كما تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء الجوى المحيط بها عن طريق الثغور الموجودة فى أوراقها الخضراء . وبفعل الطاقة الشمسية (Solar Energy) الصادرة من الشمس وفى وجود مادة الكلوروفيل الخضراء (Chlorophyil) تتكون المواد السكرية والنشوية . وبفعل بعض التفاعلات البيوكيميائية داخل النبات يتكون أيضًا المواد الدهنية والبروتينية .

وعند موت هذه النباتات وتراكمها فى باطن الأرض أسفل طبقات هائلة من الرمال والطين وبفعل الضغط الشديد ودرجة

الحرارة المرتفعة فى باطن الأرض وبعيدًا عن أكسوجين الهواء وأيضًا وبمرور ملايين السنين فإنها تتحول فى نهاية المطاف إلى ما يعرف بالفحم الحجرى (Coal) .

ومن السياق السابق ذكره يتضح لنا أن الطاقة الشمسية هى مصدر الطاقات الأخرى حيث أن الفحم قد اختزن فى داخله معظم الطاقة الشمسية والتى سبق للنبات أن امتصها أثناء عملية التمثيل الضوئى .

ويتركب الفحم أساسًا من عنصر الكربون والذى يوجد عادة بنسبة متغيرة وفقًا لنوع الفحم وجودته . كما يحتوى على القليل من العناصر المعدنية وبعض المواد المتطايرة إضافة إلى بعض الشوائب . وعلى ذلك فتركيب الفحم عادة يختلف من بلد إلى أخر وفقًا لتغير نسب المواد المشار إليها .

أنواع الفحم (Types of Coal) :

يوجد أربعة أنواع من الفحم المتواجد طبيعيًا فى باطن الأرض. النوع الأول ويعرف باسم الأنثراسيت (Anthracite) وهو أفضل أنواع الفحم حيث تبلغ نسبة الكربون به حوالى ٩٠ ٪ على

الأقل. وتقل كـذلك نسبة الرطـوبة به . وهذا النوع مـن الفحم يتميز بلونه الأسود الداكن ولمعـانه الشديد . وهو بطيئ الاشتعال والاحتراق عن الأنواع الأخرى من الفحم . ولكنه أعلى منها فى القـيمـة الحراريـة ، وفحـم الانثراسـيت يـعطـى لونًا أزرقًا عـند الاشتعال كما لا ينتج عنه دخانًا يذكر أو رماد وذلك لعدم احتوائه تقريبًا على الشوائب المعدنية .

والنوع الثانى فـيعرف باسم الفحم البتـيومينى (Bituminous) حيث تـصل نسبة الـكربون به إلـى نحو ٧٥ ٪ بالـوزن . وتزداد نسبـة الرطوبة به عن فـحم الانثراسيـت ولكنها تقـل عن الأنواع الأخرى مـن الفحـم . وهو سهـل الاشتعـال والاحتراق حـيث يشـتعل بـلهب أصـفر ومدخن مـع تصاعـد بعض الـغازات ذات الرائحة النـفاذة مثل ثانى أكسيـد الكبريت الناتج عن أكـسدة ما به من نسبة صغيرة من الكبريت .

أمـا النـوع الثـالـث فيـعـرف بالـفحـم تحـت البـتـيومـينـى (Sub-Bituminous) وتـصل نـسبـة الكـربون بـه حوالـى ٤٥ ٪ بالوزن. كما يحتوى على نسبة مـن الرطوبة أعلى منها عن الفحم البتيومينى .

وأخيراً فالنوع الرابع من الفحم فيعرف باسم اللجنيت (Lignite) وهو الأقل جودة فى أنواع الفحم الأخرى وبه أقل نسبة من الفحم . ولذلك فهو يحتوى على نسبة عالية من بقايا النباتات . والتى تكسبه اللون البنى الغامق . كما يحتوى على نسبة عالية من الرطوبة والمواد المتطايرة ولذلك فإن القيمة الحرارية له منخفضة .

الاستخدامات المختلفة للفحم (Uses of Coal) :

كما هو معروف فإن للفحم استخدامات كثيرة . حيث استخدم فى عمليات التدفئة والتسخين واعداد الطعام فى المنازل وأيضاً كمصدراً للطاقة فى المصانع وتشغيل محطات الكهرباء بالإضافة إلى استخدامه فى استخلاص بعض الفلزات .

وترجع أهمية الفحم لا كمصدراً من مصادر الطاقة فحسب بل هو مصدراً للعديد من المواد الكيميائية والتى تدخل فى الكثير من الصناعات الهامة فى حياة الإنسان .

وهناك مصادر أخرى للطاقة تنافس الفحم بل أصبحت الآن لها الغلبة والسيادة فى الاستخدامات المختلفة مثل زيت البترول

والغاز الطبيعى . ومن هنا جاء التفكير فى تحويل الفحم من حالته الصلبة إلى الحالة الغازية والسائلة .

وتحويل الفحم إلى وقود غازى هام للغاية حيث يسهل استعماله كمصدر للطاقة حيث يمكن نقل الغازات بواسة خطوط الأنابيب من مكان إلى آخر. ومن أمثلة هذه الغازات نذكر الآتى :

١ - غاز الماء (Water Gas) :

وهذا الغاز يعرف أحيانًا بالغاز الأزرق لأنه يشتعل عادة بلهب أزرق ويحضر بإمرار تيار من بخار الماء فوق الساخن على الفحم الساخن لدرجة حرارة عالية تبلغ حوالى ١٠٠٠°م . وهذا الغاز يتكون من خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون . وأيضًا نسبة ضئيلة من غاز ثانى أكسيد الكربون .

$$C + H_2O \rightarrow H_2 + CO$$

٢ - الغاز المنتج (Producer Gas) :

ويحضر هذا الغاز بإمرار خليط من الهواء وبخار الماء فوق الفحم المسخن لدرجة حرارة عالية ، والغاز المنتج يحتوى على

غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون كما يحتوى على نسبة عالية (حوالى ٥٠ ٪ من وزنه) من غاز النتروجين . لذلك فإن القيمة الحرارية للغاز المنتج منخفضة نسبيًا بالمقارنة لغاز الماء .

إنتاج الوقود السائل من الفحم

(Liquid Fuel From Coal`

يمكن إعتبار الفحم مادة هيدروكربونية فقيرة فى الهيدروجين . ولذلك ففى ظروف خاصة يمكن تحويل الفحم عند معالجته بالهيدروجين إلى وقود سائل يشبه إلى حد كبير زيت البترول . وفي عام ١٩١٣م قام العالم الألمانى برجيوس (Bergius) بتحويل الفحم إلى زيت فى وجود غاز الهيدروجين وتحت ضغط مرتفع . وقد استخدم الألمان هذه الطريقة فى الحصول على زيت شبيه بالبترول خلال الحرب العالمية الثانية . وفي هذه الطريقة يطحن الفحم جيدًا ويضاف إليه بعض الزيوت والمحتوية على العامل المساعد حيث يمرر غاز الهيدروجين فى هذا الخليط تحت ضغط مرتفع وعند درجة حرارة حوالى ٤٦٠°م ، وتفصل المكونات الناتجة إلى سوائل ثقيلة وأخرى غازات هيدروكربونية متطايرة . والسوائل الثقيلة تقطر مرة أخرى إلى جازولين وزيت متوسط

وآخر ثقيل بالإضافة إلى ذلك ينتج مواد أخرى مثل الفينول والكريزولات .

والطريقة الثانية لإنتاج الوقود السائل من الفحم تعرف باسم فيشر - تروبش (Fischer-Tropsch Process) وفيها يتم إمرار خليط من بخار الماء فوق الساخن (Super-heated) والأكسوجين فوق الفحم الساخن حيث يتحول الفحم إلى غاز الماء (Water Gas) والمكون من خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون .

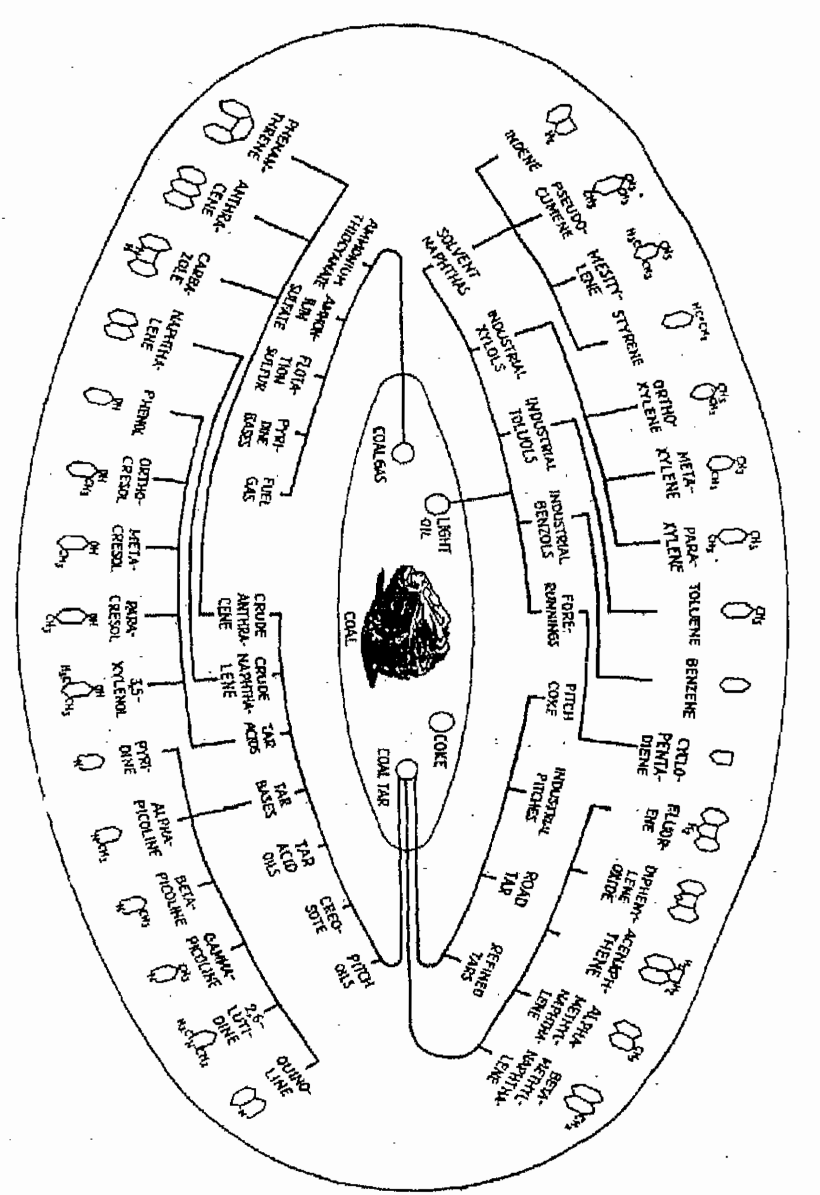
وبإمرار هذا الخليط فوق عامل مساعد يتحول إلى سائل شبيه بزيت البترول وهو يتكون من خليط من المواد الهيدروكربونية والقليل من المركبات الأكسوجينية مثل الكحولات والكيتونات . ويطلق على الزيت الناتج اسم سنتول (Synthol) .

وقد استخدم الألمان هذه الطريقة خلال الحرب العالمية الثانية فى إنتاج الكثير من الوقود مثل الجازولين وزيت الديزل وأيضًا زيوت التشحيم والشموع بالإضافة إلى بعض المركبات الأخرى مثل الكحولات والأحماض الدهنية . ومن هذه الكحولات والأحماض الدهنية استطاع الألمان تحضير المنظفات الصناعية والصابون وأيضًا السمن الصناعى .

إنتاج الكيماويات من الفحم (Chemicals From Coal) :

ترجع أهمية الفحم لا كمصدرًا هامًا من مصادر الطاقة فى الوقت الحاضر فحسب . بل كمادة أولية للحصول على العديد من المواد الهامة والتى كثير إستخدامها فى مختلف مجالات الحياة . وللحصول على هذه المواد من الفحم تجرى له عملية تحلل حرارى بعيدة عن الهواء وتعرف بعملية التقطير الاتلافى للفحم (Distructive Distillation) حيث ينتج مواد غازية وسائلة وصلبة. وهذه المواد تختلف فى طبيعتها وكميتها وفقًا لنوع الفحم المستخدم وأيضًا درجة الحرارة المستعملة . والمواد الغازية تعرف باسم غاز الفحم (Coal Gas) والذى يحتوى على غازات الميثان والايثان وبعض الأوليفينات الغازية مثل الاثيلين وغازات الهيدروجين وأول وثانى أكسيد الكربون والنتروجين . وغاز الفحم يستخدم مباشرة كوقود . كما يعتبر مادة أولية للحصول على بعض المواد المستخدمة فى بعض الصناعات .

أما المواد السائلة فهى نوعان . الأول يعرف باسم السائل النوشادرى (Ammonia Liquor) حيث تعالج بحامض الكبريتيك منتجة كبريتات الأمونيوم والتى تستخدم كسماد نيتروجينى فى زيادة خصوبة الأرض الزراعية .



نواتج التقطير الاتلافى للفحم الحجرى

والسائل الثانى فيعـرف باسم قطران الفحم (Coal-tar) حيث يتم تـقطيره وفـصله إلى أربـعة مقطـرات . الأول يعرف بالـزيت الخفيف (Light Oil) وهو يحتوى عـلى الهيدروكربونات الـعطرية مثـل البنـزين والطولـوين والزيـلينـات . والثانى يـعرف بالـزيت المتوسط (Middle Oil) ويحـتوى على الـفينـول كمادة أساسـية والكريزولات والزيلـينولات . والمقطر الثالث يعـرف باسم الزيت الثقيل (Heavy Oil) ويحتوى على نسبة عالية من النفتالين والقليل من الميثيـل نفتالين والداى ميثيـل نفتالين والاسينائـين . أما المقطر الرابع فيعرف بـزيت الانثراسين (Anthracene Oil) ويحتوى على مادة الانـثراسين بـالإضافة إلـى مركـبات أخرى مـثل الكـربازول والفينانثرين والبيرين والفلورانثين .

كما يـنتج أيضًا من عمـلية تقطيـر قطران الفحم مـادة تعرف باسم القار (Pitch) وهى مادة سوداء الـلون تستخدم كـمادة عازلة وفى رصف الطرق .

ويلـزم هنا فى هـذا الصدد أن ننـوه أن قطران الفـحم يعتـبر مصدرًا كبيرًا للحصول على الكثير من المواد الأولية والتى ذكرناها من قبل والتى تصنع وتحول إلى العـديد من المنتجات الهامة والتى يكـثر استخـدامها فى مـختلف مـجالات الحياة والـتى منهـا مواد

المنظفات الصناعية والمبيدات الحشريـة والفطرية والعشبية والعقاقير والأصبـاغ وبعض أنـواع البولـيمـرات والمواد المطـهرة والمذيـبات والمفرقعات وغيـر ذلك العديد من المواد التى يكثر اسـتخدامها فى كافة مجالات حياتنا المعاصرة .

وأخيراً فإن المـادة الصلبة الناتجة مـن عملية التقطـير الاتلافى للفحم فهو فحم الكوك (Coke) والذى يستخدم بكثرة فى عمليات استخراج الحديد من خاماته .

الباب الثانى

البترول

الباب الثانى

البترول

(Petroleum)

مقدمة :

عرف الإنسان البترول منذ قديم الزمان واستخدمه الأقدمون فى كثير من البلدان مثل فارس والهند والصين ومصر واليونان وغيرها من البلدان . وكان المؤرخ القديم هيرودوت أول من حدثنا عن البترول حيث ذكر لنا بئراً تنتج ثلاثة من المواد هى الأسفلت والزيت والملح حيث كانت تعالج بطريقة بدائية للغاية حيث يتجمد الأسفلت والملح ثم يجمع الزيت ذى اللون الأسود والرائحة النفاذة .

وقد استخدم قدماء المصريون القار حيث كان يغمسون فيه أربطة المومياوات . وأيضًا كانوا يستعملونه فى تحنيط جثث الموتى حتى تبقى سليمة خالدة .

ويخبرنا أيضًا تاريخ الأديان أن نوحًا عليه السلام قد طلى سفينته بالقار لمنع تسرب الماء إليها حماية لمن تحمله من الأحياء .

كما عرف البترول الهنود الحمر حيث استخدموه مشتعلاً فى حفلاتهم الدينية وهو يطفو على سطح الماء . كما كان يستخدمونه كذلك فى علاج المفاصل من الروماتزم وأيضًا فى علاج القروح والحروق .

وقد عرف الأمريكيون أيضًا البترول أثناء استخراجهم للملح . حيث كان استخراج الملح هدفهم الأول دون البترول . وبمضى الأعوام بدأ اهتمام رجال المال والصناعة بالبحث عن البترول إلى أن كان كشف دريك (Drake) الهام والتاريخى فى عام ١٨٥٩ ميلادية عن أول بئر فى الولايات المتحدة الأمريكية بل فى العالم بأكمله وله أهمية اقتصادية وتجارية .

والبترول هذا الذهب الأسود والسائل السحرى هو عصب الحضارة المعاصرة والمؤثر القوى لإثراء الحياة وتقدم البشرية ورخاء الإنسان المعاصر .

وترجع أهمية البترول لا كمصدراً من أهم المصادر الحيوية للحصول على الطاقة فى الوقت الحاضر فحسب . بل كمادة أولية للحصول على العديد من المواد الهامة والتى يكثر استخدامها فى مختلف مجالات الحياة والتى يطلق عليها اسم البتروكيماويات (Petrochemicals) فقد استطاع الكيميائيون الحصول على العديد من هذه المواد مثل البلاستيك والمطاط الصناعى والألياف الصناعية

المختلفة والمنظفات الصناعية والمبيدات الحشرية والفطرية والعشبية والأسمدة والعقاقير والأصباغ والمذيبات وزيوت التزييت وبعض الأغذية الصناعية وغير ذلك العديد من المواد التى يكثر استخدامها فى كافة مجالات حياتنا المعاصرة .

أصل ونشأة البترول (Origin of Petroleum) :

يتكون البترول أساسًا من المواد الهيدروكربونية أى المحتوية على الكربون والهيدروجين بالإضافة إلى وجود بعض العناصر الأخرى بكميات قليلة مثل الأكسوجين والكبريت والنتروجين . كذلك يوجد بعض المعادن بكميات ضئيلة للغاية كالحديد والفانديوم والمغنسيوم .

وتوجد نظريتان لتكوين البترول - **الأولى** : تعرف بالنظرية غير العضوية . **والثانية** : تعرف بالنظرية العضوية . ويتكون البترول وفقًا للنظرية الأولى من تفاعل ثانى أكسيد الكربون والماء مع الفلزات القلوية . أو بتفاعل كربيدات الفلزات مع الماء منتجة المواد الهيدروكربونية . ومن أمثلتها تفاعل كربيد الألومنيوم مع الماء منتجًا غاز الميثان . وأيضًا تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء حيث ينتج غاز الاستيلين .

أما النظرية العضوية فتفترض تكوين البترول من تراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية حيث تتحول ببطئ تحت تأثير الضغط العالى والحرارة المرتفعة وفعل البكتيريا وربما بعض النشاط الإشعاعى إلى مواد صلبة وسائلة وغازية مركبة من الكربون والهيدروجين بالإضافة إلى بعض المعادن مكونة زيت البترول .

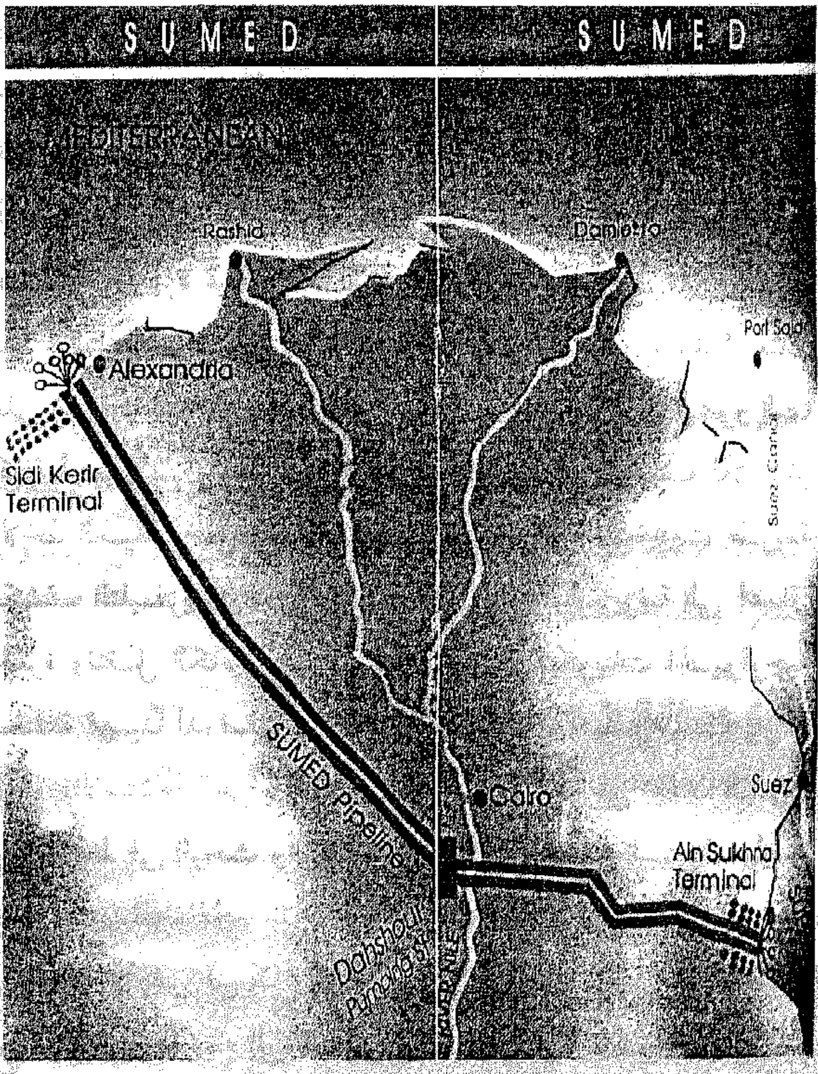
وكلا من النظريتين له من يؤيدهما من العلماء والباحثين . كما يوجد أيضًا من يعارضهما . ولكل فريق منهما ما يقدمه لإثبات صحة دعواه ومازال الخلاف فى أصل تكوين البترول مستمرًا ومفتوحًا للمزيد من الآراء .

البحث عن البترول واستخراجه ونقله :

(Expoloration, Production and Transportation)

فى البداية لم يكن الكشف عن البترول يعتمد فى العهود الأولى إلا على المصادفة البحتة وحدها حيث كانت الآبار فى ذلك الحين تحفر من أجل الحصول على الملح . وابتدأ البحث عن البترول واستخراجه فى منتصف القرن التاسع عشر وكان ذلك فى ولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيث بدأ حفر أول بئر

بترولى واستغلاله . وعمليات البحث عن البترول سواء فى الصحراء أو فى مياه البحار من العمليات الشاقة والباهظة التكاليف حيث يقوم الجيولوجيون والجيوفيزيقيون بأعمال المسح لمسافات شاسعة من الأراضى بواسطة طائرات الاستكشاف مستعينين بآلات التصوير وأجهزة قياس المغنطيسية الأرضية ورسم الخرائط والصور التى تساعدهم فى البحث عن الحقول البترولية . وعند العثور على مناطق يحتمل وجود البترول فيها ينتقلون على الفور إليها بكافة أجهزتهم ومعداتهم حيث يحفرون الحفر العميقة للاختبار ولأخذ العينات من تربتها لتحليلها . وقد استخدمت طريقة الكشف التليفزيونى حيث ترسل الأجهزة التليفزيونية إلى أعماق الحفرة وتنقل الكاميرا التليفزيونية صورًا للتكوينات الجيولوجية المختلفة تمهيدًا لدراستها . وحديثًا نشأ علم جديد وحديث يعرف باسم (الاستشعار عن بُعد) ومن ثماره العظيمة فى خدمة البشرية ليس فقط فى البحث والتنقيب عن أماكن تواجد البترول وأيضًا عن المعادن المختلفة . بل أمكن تحديد أماكن تواجد المياه الجوفية فى باطن الأرض فى بقاع كثيرة من العالم الأمر الذى يحول الكثير من الصحراء الجدباء إلى أراضى زراعية وحقول خضراء حيث يعم الخير والرخاء للإنسانية جمعاء .



خط أنابيب سوميد لنقل البترول الخام

وعند العثور على أماكن تواجد البترول تقوم الشركات المتخصصة باستغلال الحقول البترولية واستخراج البترول منها حيث تقوم بإنشاء الأبراج العالية فوق مواضع الآبار البترولية وإعداد الصهاريج وجلب المضخات والأنابيب والأجهزة وغيرها من المعدات اللازمة لعمليات استخراج البترول .

وفى أماكن استخراج البترول تجرى عمليات فصل الغازات البترولية حيث تجمع فى صهاريج خاصة بها . كذلك تفصل الرمال العالقة بالبترول وأيضًا يتم التخلص من معظم الماء وذلك قبل نقل البترول الخام إلى مصانع التكرير .

وينقل البترول الخام من الحقول البترولية إلي مصانع التكرير بعدة طرق مختلفة منها الشاحنات والناقلات العملاقة وخطوط الأنابيب والسكك الحديدية سواء داخل البلد الواحد أو بين بلد وآخر .

وفى وقتنا الحالى أصبحت خطوط الأنابيب من أفضل الوسائل وأقلها تكلفة فى نقل البترول الخام لمسافات بعيدة . ومن أمثلة هذه الخطوط خط الأنابيب المعروف باسم (سوميد) والذى يوجد بمصر حيث ينقل البترول من خليج السويس فى الشرق إلى

الاسكندرية علــى ساحل البحر المتوسط . كمــا أن هناك خط آخر يوجد بـالمملكة الـعربية الـسعودية حيث يـنقل البتــرول الخام من أماكن استخراجه وإنــتاجه فى المنطقة الشرقية المطـلة على الخليج العربى إلى أماكن تصديره وتكريره فى مدينة ينبع الصناعية بالمنطقة الغربية والمطلة على البحر الأحمر .

تركيب البترول (Composition of Petroleum) :

يختلف البترول فى تركيبــه وصفات مكوناته من بلد إلى آخر ومن حقل بـترولى لحقل آخر كمــا يختلف فى درجــات لونه من البنى الفــاتح إلى الأسود الداكن بالإضافة إلى الـتفاوت فى درجة لزوجته وكثافة البترول تتراوح بين ٠,٧٣ : ١ جم/ سم٣ وأحيانًا يوجد البترول ذو الكثافة الأعلى من الماء .

والبترول عبارة عن مخلوط معقد من المركبات الهيدروكربونية بالإضــافة إلــى وجود كــميــات ضئيــلة مــن مركـبات الـكبـريت والنتروجين والأكسوجين والعناصر المعدنية .

وتنـقسم المـواد الهـيدروكربـونية المـوجود فــى البتــرول إلى القسمين الرئيسيين الآتيين :

١ - المركبات الإليفاتية او ذات السلسلة المفتوحة :

(Aliphatic or Open-Chain Compounds)

وهذه تنقسم إلى ثلاثة أقسام هى :

(أ) المركبات البارافينية العادية (n-Paraffins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n+2}$

وهذه المجموعة من المركبات توجد بنسبة كبيرة عن غيرها من المجموعات الأخرى . ومن أمثلتها الهكسان العادى والهبتان العادى .

(ب) المركبات البارافينية المشابهة (Isoparaffins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n+2}$

هذه المركبات الهيدروكربونية هامة بالنسبة إلى الجازولين حيث تزيد من رقمه الاوكتانى وتصنع بواسطة التعدل الجزيئ فى وجود الهيدروجين (Hydroforming) أو بعملية الالكلة (Alkylation) أو الازمرة (Isomeriztion) .

(جـ) المركبات الأوليفينية (Olefins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n}$

هذه المجـموعة من المـركبات إن وجدت فـي البترول تـكون بكميات ضئـيلة للغاية حيث تنـتج أثناء تكرير البترول مـثل عملية التكسير (Cracking Process) وهذه المجمـوعة من المركبـات لها أهمية كبيرة فى صناعة المواد البتروكـيماوية المختلفة . ومن أمثلتها الاثيلين والبروبلين والبيوتيلين .

٢ - المركبات الحلقية (Ring Compounds) :

وهذه تنقسم إلى المجموعتين الآتيتين :

(أ) المركبات النافثينية (Naphthenes) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n}$

هذه المركبات توجد فى البترول الخام بنسبة أقل من المركبات البارافينية . ومن أمثلتها السيكلوبنتان والسيكلوهكسان والميثيل سيكلوبنتان .

(ب) المركبات العطرية (Aromatics) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n-6}$

وهذه المركبات توجد بكميات قليلة فى البترول الخام وتختلف

نسبتها وفقًا لطبيعة الخام والمنطـقة الموجود بها آبار الزيت كما تنتج هذه المركبات خلال عمليات التكرير المخـتلفة مثل الأوليفينات كما ذكر من قـبل . ولها رقم أوكتـان مرتفع . ومن أمـثلتها البـنزين والطولوين وايثيل البنزين والزيلينات .

المركبات الكبريتية (Sulphur Compounds) :

يحـتوى زيت البـترول الخـام عـلى نسبـة ضئيلـة للغايـة من المركبات الكبريتية حيث تختـلف هذه النسبة من بلد إلى آخر ومن حقل بـترولى إلى آخر مـوجود فى نفـس البلد . والبـترول الخام الذى يـحتوى عـلى نسـبة كـبريت أقـل من ٠,٥ ٪ يعتبـر قليل الكبريت (Low Sulphur) بينما الـبترول الذى يحتوى علـى نسبة كبريت ٠,٥ ٪ أو أكثر فيعتبر كـثير الكبريت (High Sulphur or Sour Crude) .

والمركبـات الكبريـتية مركبـات غير مرغوب فـيها حيـث يمكن التخلـص منها بعدة طـرق أثناء عمليات الـتكرير المختلـفة . فهى تسبب التآكل (Corrosion) علاوة على رائحتها الكريهة .

والمركبـات الكبريـتية الموجودة فـى البترول تـشمل الكـبريت وكبريتـيد الهيدروجين والمركـبتانات والتى تتمـيز برائحتها الـكريهة

وخواصها التاكلية . وأيضًا الكبريتيدات وثنائى الكبريتيدات والثيوفين .

المركبات الاكسوجينية (Oxygen Compounds) :

توجد المركبات الاكسوجينية بكميات ضئيلة للغاية . ومن أمثلتها الأحماض النافثينية (Naphthenic Acids) مثل حامض السيكلوهكسان . كما يوجد أيضًا المركبات الفينولية ، ومن أمثلتها الفينول . وتنتج المركبات الفينولية كذلك أثناء عملية تكسير البترول مثل الكريزولات (Cresols) والزيلينولات (Xylenols) .

المركبات النتروجينية (Nitrogen Compounds) :

توجد هذه المركبات على هيئة مركبات قاعدية مثل البيريدين والبيرول والاندول والكينولين والكيلات الكينولين .

المركبات العضوية المعدنية

(Metallo-Organic Compounds)

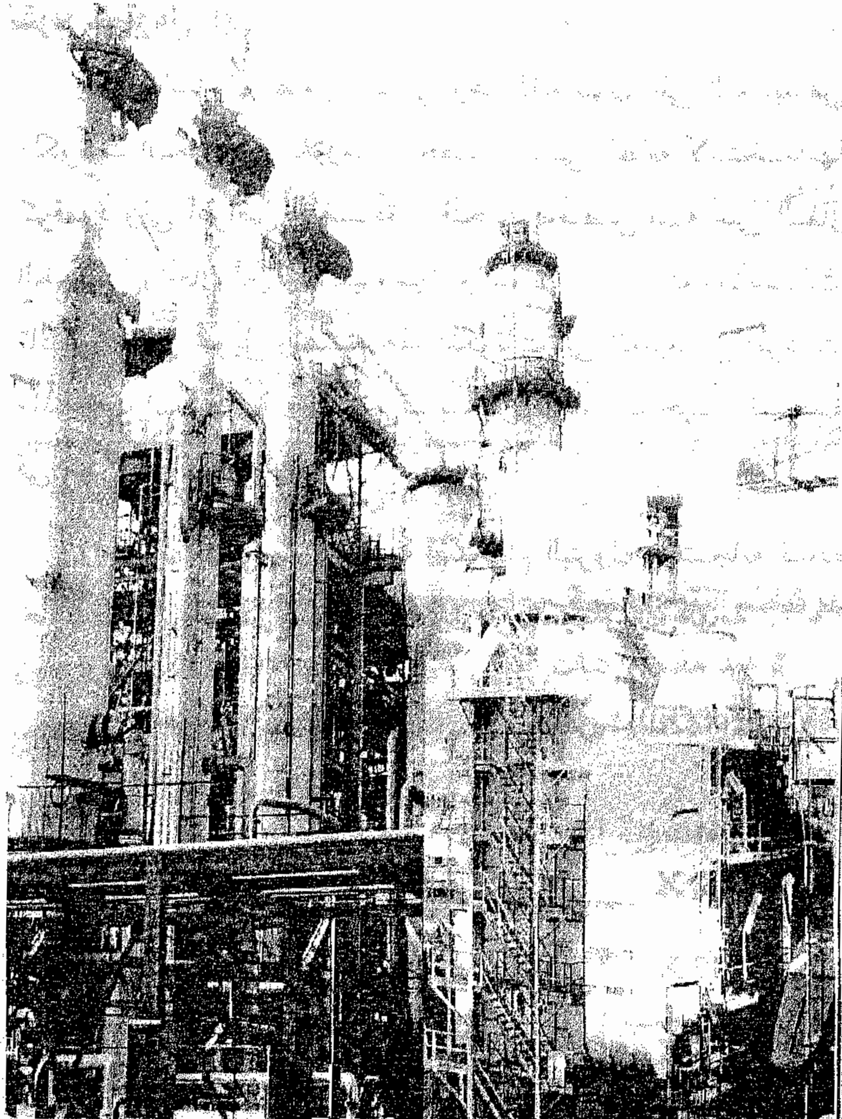
توجد هذه المركبات بكميات ضئيلة جدًا للغاية حيث تحتوى على عناصر النيكل والفاناديوم والحديد والزرنيخ وتسبب السمية (Poisoning) للعوامل المساعدة المستخدمة أثناء عمليات التكرير المختلفة .

تكرير البترول (Petroleum Refining) :

يعتبـر البترول مصدر رئيسـى وهام للحصول على الـعديد من المكونات الـكيماوية اللازمـة للحصول علـى الطاقة لاستخـدامها كوقـود وفى أغراض الإضـاءة . فنحـن نحـصل منـه على الـغاز الطبـيعى والجازولين والكـيروسين والسولار والماروت والأسـفلت بالإضافة إلى تحويل وتصنيع هذه المكونات إلى العديد من المركبات والمنتجات الـكيماوية والتى تعرف بـالبتروكيماويات حيـث تستخدم فى شتى مجالات الحياة .

والجدول الآتى يبين أهمـية استخدام البترول ومنتـجاته كمادة خام وكوقود ومصدر لتحضير العديد من الكيماويات الهامة .

نوع الاستخدام (Form of Oil)		قيمة الزيت (Value of Oil)
زيت خام	(Crude Oil)	X
وقود	(Fuel)	2 X
بتروكيماويات	(Petrochemicals)	13 X
منتج نهائى	(End Product)	55 X



إحدى وحدات تكرير البترول

ويجدر أن نذكر هنا أن النسب السابق ذكرها ليست بطبيعة الحال ثابتة . بل هى متغيرة وفقًا للتطورات العلمية والتكنولوجية وأيضًا الظروف الاقتصادية ومستلزمات الحياة المختلفة .

١ - الغاز الطبيعى (Natural Gas) :

يوجد الغاز الطبيعى فى الآبار البترولية حيث يحتوى على العديد من الهيدروكربونات البارافينية مثل الميثان والايثان والبروبان بالإضافة إلى نسبة قليلة من البارافينات العالية . علاوة على ذلك فإن الغاز الطبيعى يحتوى على بعض الغازات الأخرى بنسبة متفاوتة مثل النتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والقليل من غاز الهليوم .

ويختلف التركيب الكيميائى للغاز الطبيعى من حقل بترولى لآخر . كما أن النسبة تختلف كذلك بالنسبة للحقل الواحد طوال فترة استغلاله .

والغاز الطبيعى يستخدم حاليًا وعلى نطاق واسع كمصدر من مصادر الطاقة حيث كثر استخدامه داخل المنازل والمستشفيات والمعامل وغيرها من الأماكن . كما أنه يعتبر مصدر هام للمركبات الهيدروكربونية والتى تعتبر كمواد أولية هامة لتصنيع العديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة .

٢ - تقطير البترول (Petroleum Distillation) :

للحصول على المنتجات البترولية اللازمة كوقود أو لتصنيعها إلى منتجات بتروكيماوية يلزم إجراء عدة عمليات فيزيائية وكيميائية مختلفة . وأول هذه العمليات عملية التقطير . وقبل إجراء عمليات التقطير يجب التخلص من الماء والرمال والأملاح المختلطة بالزيت الخام حيث تجرى هذه العمليات فى أماكن استخراج البترول . وبعد أن يتخلص الزيت الخام من هذه الشوائب ينقل إلى مصانع التكرير حيث يمكن الحصول على المنتجات الآتية :

١ - الغازات الهيدروكربونية (Hydrocarbon Gases) :

ويتم الحصول عليها عند درجة غليان أقل من ٢٠° مئوية . وهى تشبه الغاز الطبيعى . وتشمل غازات الميثان والايثان والبروبان والبيوتان . وتستخدم كوقود أو مصدراً للحصول على البتروكيماويات .

٢ - الجازولين (البنزين) (Gasoline or Benzine) :

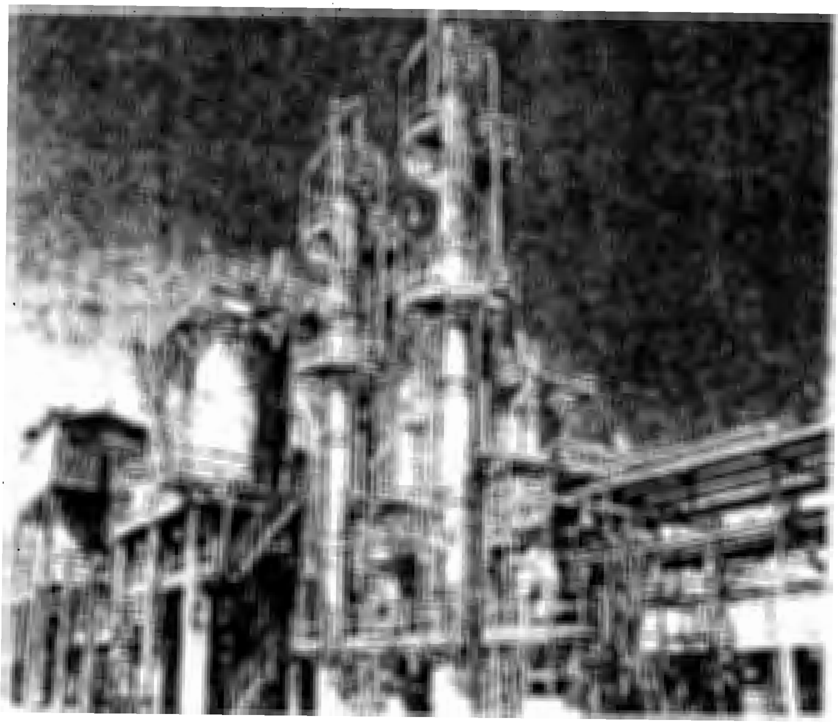
ويتم الحصول عليه عند مدى غليان يتراوح من ٨٠-١٥٠° مئوية تحت الضغط الجوى العادى . ويشمل المركبات

الهيدروكربونية سـواء الاليفاتية والاليفاتية الحلقيـة والعطرية والتى تحتوى جزيئاتها على $C_4 - C_{10}$ من ذرات الكربون .

ويعتبر الجازولين الوقود المثـالى للسيارات والطائرات . وأيضًا كمصدر للـعديد من المواد الأولية الهـامة كالعطريات مثـل البنزين والطـولوين والـزيليـنات والتـى تسـتخدم بـكثرة فـى الصنـاعات البتروكيماوية .

وتضاف إلى البـنزين عدة إضافات لأغراض مختلـفة . ومنها إضافات لمنع الصدأ والتآكل سواء للمحركات أو خزانات الوقود . وثانية لمنع التأكسد . وأخرى لمنع التجمد فى الأجواء الباردة شتاء. كما يضاف أيضًا بعض أنواع من المنظفات الصناعية لكى تزيل أولاً بأول الرواسب المتكونة .

ونذكر أيضًا فى هـذا الصدد إضافة مادة رابع إيثـيل الرصاص لزيـادة الرقـم الأوكتيـنى لـلجـازولين . وإضافـة هذه المـادة إلى الجازولين تسبب تلـوث الهواء بمركبات الرصاص نتيجة انـبعاثها مع عادم الـسيارات الأمر الـذى له أشد الضـرر على الـصحة العـامة للإنسان . وفى الآونـة الأخيرة استبدلت بعـض الدول مادة رابع ايثيل الرصاص بأخـرى ليس لها آثار ملوثة للبيـئة وهى مادة ثلاثى ميثيل بيوتيل الأثير .



إحدى وحدات تكرير البترول

رقم الاوكتان (Octane Number) :

الجازولين المحضر بالتقطير العادى للبترول له رقم أوكتان منخفض. ولزيادة الرقم الأوكتانى له تجرى عدة عمليات كيماوية هامة مثل التكسير بالعوامل المساعدة وعمليات تعدل الجزيئ والأزمرة والالكلة.

ويعرف رقم الاوكتان بأنه النسبة المئوية بالحجم من الايزواوكتان فى مخلوط منه مع الهبتان العادى كعينة من الوقود تعطى نفس الدق للوقود المختبر . والايزواوكتان له الرقم ١٠٠ بينما الهبتان العادى فله الصفر .

٣ - الكيروسين (Kerosene) :

يتم الحصول عليه عند مدى غليان يتراوح بين ١٥٠ - ٢٥٠° مئوية ويشمل مختلف المركبات الهيدروكربونية والتى تحتوى جزيئاتها على C_{10} - C_{16} من ذرات الكربون .

ويستخدم الكيروسين كوقود للطائرات النفاثة وبعض أنواع السيارات والجرارات والآلات الزراعية . وفى بعض البلدان مازال الكيروسين يستخدم للإضاءة وإعداد الطعام وتسخين المياه للأغراض المختلفة . ويستخدم الكيروسين كمذيب لمواد الطلاء والورنيشات والمبيدات الحشرية والشحومات والمواد الدهنية . كما يستخدم كمادة أولية لتحضير بعض المواد مثل المنظفات الصناعية .

٤ - السولار (Solar or Gas Oil) :

يحصل عليه عند مدى غليان يتراوح بين ٢٥٠-٣٥٠° مئوية. ويشمل المواد الهيدروكربونية والتى تحتوى جزيئاتها على C_{16} - C_{25} من ذرات الكربون .

ويستخدم السولار كوقود فى ماكينات الديزل وفى الآلات الزراعية. ويستخدم أيضًا كوقود لبعض أنواع السيارات والجرارات بالإضافة إلى إستخدامه كمادة أولية هامة للحصول على الأوليفنيات.

٥- المازوت (Mazzotte or Fuel Oil) :

يتم الحصول عليه عند درجة غليان أعلى من ٣٥٠° مئوية . ويستخدم كوقود للغلايات وفى المصانع . أو يقطر تحت ضغط منخفض لنحصل منه على مقطرات خفيفة مثل السولار وأخرى متوسطة يستخلص منها شمع البرافين وبعض أنواع زيوت التزييت. وفى النهاية يتبقى الأسفلت والذى يستخدم فى إنشاء المبانى (العزل) وفى رصف الطرق .

العمليات الكيميائية المستخدمة فى تكرير البترول:

(Petroleum Refining Reactions)

سبق وأن ذكرنا بأن الجازولين المحضر بالتقطير العادى للبترول

له رقم اوكتان منخفض . وللحصول على جازولين له رقم اوكتان مرتفع كذلك للحصول على العديد من الكيماويات الأولية والمستخدمة فى تصنيع المنتجات البتروكيماوية تجرى بعض العمليات الكيماوية المختلفة . ويتوقف اختيار هذه العمليات على نوع الخام البترولى المستخدم . وأيضًا مواصفات واستخدامات المواد الناتجة منها . وهذه العمليات نوجزها فيما يلى :

١ - عملية التكسير (Cracking) :

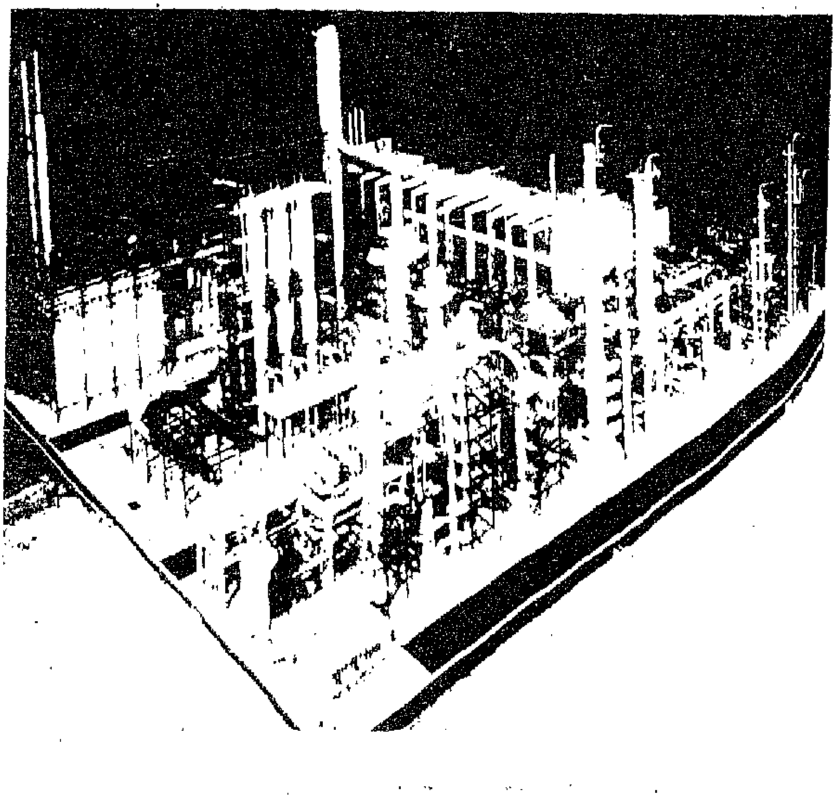
تنقسم عملية التكسير إلى ثلاثة أنواع :

(أ) *التكسير الحرارى* (Thermal Cracking) :

فى هذه العملية تتحول جزيئات الهيدروكربونات المشبعة مثل الايثان أو البروبان إلى الاثيلين أو البروبلين .

(ب) *التكسير فى وجود العامل المساعد* (Catalytic Cracking) :

فى هذه العملية تتحول الجزيئات الهيدروكربونية الكبيرة إلى جزيئات صغيرة . ويستخدم السولار أو النافتا الثقيلة فى هذه العملية لإنتاج الجازولين .



وحدات التكسير الهيدروجيني

(جـ) التكسير الهيدروجيني (Hydrocracking) :

حيث تستخدم العوامل المساعدة مع الهيدروجين الذى يحول المواد الكبريتية والنتروجينية والاكسوجينية إلى مواد طيارة مثل كبريتيد الهيدروجين والامونيا وبخار الماء .

٢ - عملية البلمرة (Polymerization) :

فى هذه العملية يتم تحويل المركبات ذات الوزن الجزيئى المنخفض إلى مركبات لها وزن جزيئى مرتفع . وذلك مثل تحويل الأوليفينات الصغيرة إلى جزيئات كبيرة فى مدى غليان الجازولين وذلك فى وجود حامض الكبريتيك أو حامض الفوسفوريك كعامل مساعد .

٣ - عملية تعدل الجزيئى (Reforming) :

فى هذه العملية يستخدم الجازولين الأولى (Straight-Run Gasoline) كمادة أولية حيث يتم تعديل التركيب الجزيئى لمكوناته الأصلية إلى مكونات أخرى لها رقم اوكتان مرتفع

وتجرى حاليًا هذه العملية باستخدام العوامل المساعدة مثل البلاتين المثبت على الالومينا ذات النقاوة العالية وفى وجود

الهيدروجين . والتفاعلات التى تحدث خلال عملية تعديل الجزيئى يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام :

(أ) إزالة الهيدروجين (Dehydrogenation) .

(ب) الازمزة (Isomerization) .

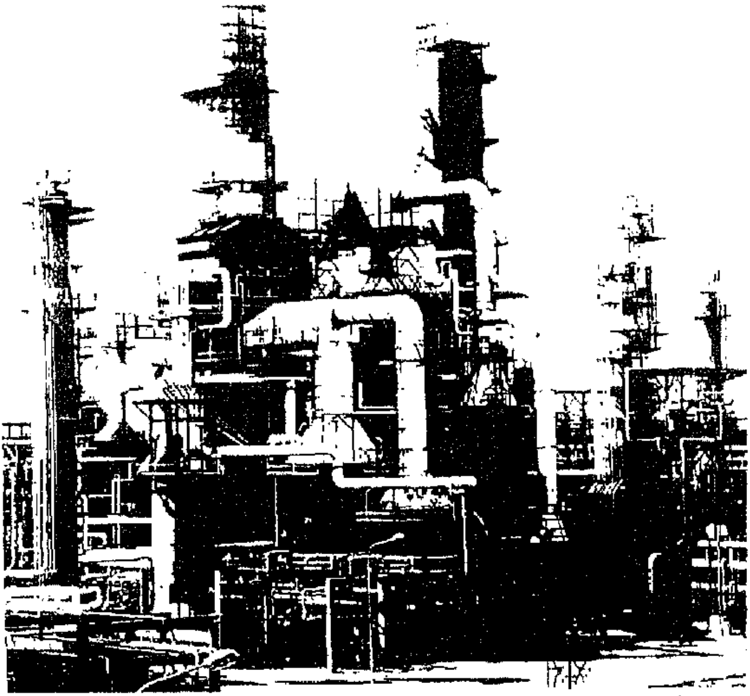
(جـ) التكسير الهيدروجينى (Hydrocracking) .

٤ - عملية الازمزة (Isomerization) :

تستخدم هذه العملية لتحويل المركبات ذات السلسلة الكربونية المستقيمة إلى مركبات ذات سلسلة كربونية متفرعة . ومن التطبيقات الهامة لهذه العملية هو زيادة رقم الاوكتان للبارافينات $(C_5 - C_6)$.

٥ - المعالجة بالهيدروجين (Hydrotreating) :

تستخدم هذه العملية للتخلص من المركبات الكبريتية والنتروجينية والاكسوجينية الموجودة فى المقطرات البترولية وتحويلها إلى غازات طيارة مثل كبريتيد الهيدروجين وغاز الأمونيا وبخار الماء .



وحدة تحلل الجزيئى

٦ - عملية الالكلة (Alkylation) :

فى هذه العملية يتم التفاعل بين مركب هيدروكربونى له سلسلة مستقيمة أو سلسلة متفرعة يعرف بالمجموعة الالكيلية وبين جزيئى من الهيدروكربونات العطرية أو جزيئ من الهيدروكربونات غير المشبعة سواء لها سلسلة مستقيمة أو متفرعة . ويعرف هذا التفاعل باسم «فريدل – كرافت» (Friedel-Craft's Reaction) حيث يتم فى وجود عوامل مساعدة مثل حامض الكبريتيك المركز أو حامض الهيدروفلوريك . والمركبات الناتجة من هذه العملية لها سلاسل كربونية متفرعة . لذلك تستخدم هذه العملية للحصول على جازولين له رقم اوكتان مرتفع .

وعند المقارنة بين الفحم والبترول كمصادر رئيسية للطاقة تلاحظ ما يلى :

١ - المخزون العالمى للفحم أكبر كثيراً من المخزون العالمى للبترول.

٢ - الصعوبة النسبية لاستخراج الفحم عن استخراج البترول .

٣ - سهولة نقل البترول من أماكن استخراجه إلى مناطق تصديره أو مناطق تكريره واستخدامه بواسطة الأنابيب أو ناقلات البترول وذلك بالمقارنة بطرق نقل الفحم .

٤ – عند استخدام مقادير متساويـة من البترول والفحم فإن الطاقة الناتجة (Calorific Energy) من البتـرول تفوق الطاقة الـناتجة من الفحم .

٥ – التلوث البيئى (Environmental Pollution) الناتج عن استخدام البترول كمصدر للطاقة أقل كثيراً بالمقارنة باستخدام الفحم .

المواد البتروكيماوية الأساسية للصناعات البتروكيماوية :

تعرف الصناعات البتروكيماوية بأنها تلك الصناعات التى تعتمد على البترول ومشتقاته وأيضًا الغاز الطبيعى كمواد خام أولية بهدف تحويـلها إلـى مواد كيـميائـية أخرى ومـتنوعـة . وتتركـب المواد البتروكيماوية أساسًا من عناصر الكربون والهيدروجين وهذه تعرف بالمركبات الهيدروكربونية . كـما يضاف كذلك عناصر الأوكسوجين والكبريت والنتروجين والكلور وغيرها من العناصر .

والمواد البتروكيـماوية من المواد المتعددة الأنواع حيـث تنقسم إلى الأنواع الثلاثة الآتية :

(أ) مواد بتروكيماوية إساسية :

وهذه تشـمل المركبـات الهيدروكربـونية سواء الالـيفاتيـة مثل

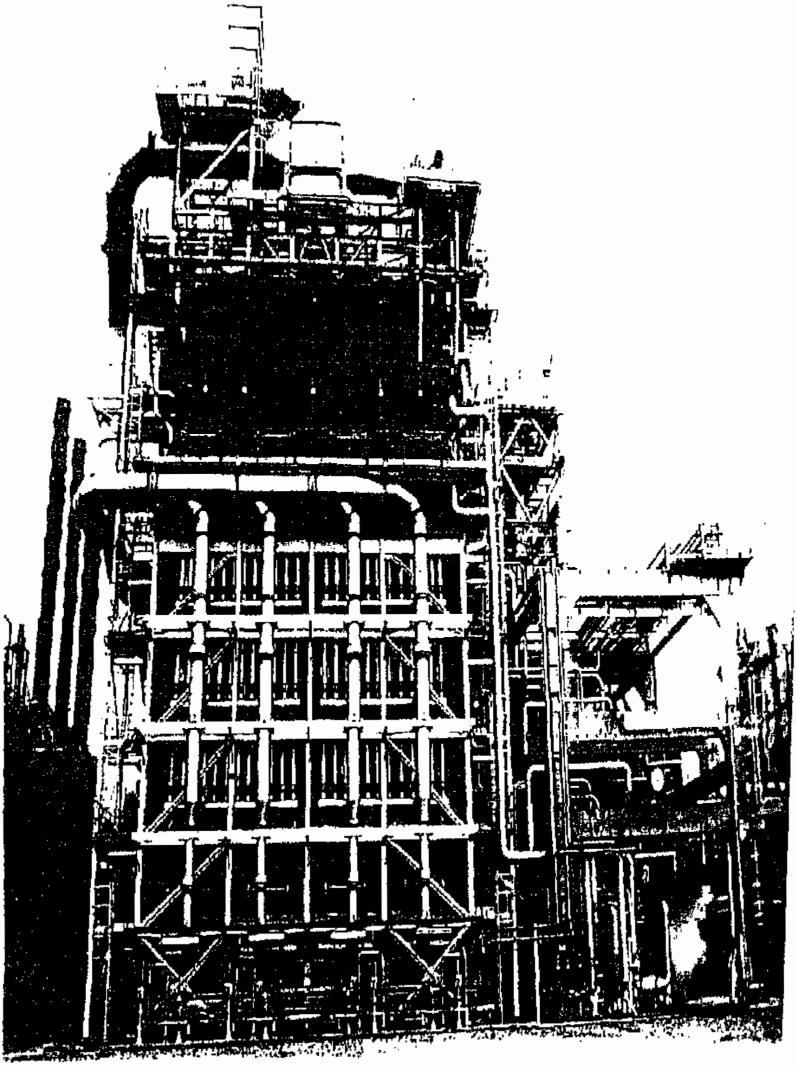
الميثان والايثلين والبروبلين والاستلين أو العطرية مثل البنزين والطولوين والزيلينات بالإضافة إلى بعض المواد غير العضوية .

(ب) مواد بتروكيماوية وسيطة :

وهى تنتج من المواد الأساسية بواسطة بعض التفاعلات الكيميائية مثل الأكسدة والهدرجة والبلمرة والتكثيف والسلفنة والكلورة والالكلة . وهذه التفاعلات تجرى فى ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة وفي وجود العوامل المساعدة المناسبة .

(جـ) مواد بتروكيماوية نهائية :

وهى المواد التى يجرى عليها عمليات التشكيل والتحويل المختلفة لإنتاج المنتجات والسلع والتى تستخدم فى صناعات أخرى أو فى الاستخدام المباشر للإنسان . ومن أمثلة هذه المواد نذكر المنظفات الصناعية والبوليمرات والتى منها المواد البلاستيكية والألياف الصناعية والمطاط الصناعى وأيضًا البويات والدهانات والمواد اللاصقة وغيرها . بالإضافة إلى مبيدات الآفات بأنواعها المختلفة والأسمدة النتروجينية المتنوعة .



وحدة إنتاج الاثيلين

وتعتبر الصناعات البتروكيماوية من الصناعات الرئيسية والهامة نظـراً لما توفره مـن المواد الكيـميائـية الوسيـطة واللازمة لإنـتاج المنتـجات البتروكـيماوية المختـلفة والمستـخدمة فى كافـة مجالات الحياة.

وتتميز الصناعات البتروكيماوية ببعض الخصائص والتى منها: كبر حجم الاستـثمارات اللازمة لها حيث تتطلـب هذه الصناعات قدراً كبيراً مـن التقدم العلمى والتـكنولوجى الباهظ الـتكاليف . وأيضًا فهذه الصناعات تعتبر من أسرع الصناعات نمواً وتطوراً حيث تخصص الدول المنتجة للمنتجات البتروكيماوية الكثير من الأموال والجهـود التى تـبذل للأبـحاث العـلميـة والتطـبيقـية فى مـجال الصناعات البتروكيماوية لاكتشاف منتجات جديدة وأيضًا استحداث استخدامـات مناسبة لها أو الوصـول إلى تقنيات جديدة ومـتقدمة للتصنيع بغرض خفض التكلفة الاقـتصادية للمنتجات مع التحسن المستمر فى مواصفتها .

وأخيراً فإن هذه الصنـاعات تتميز بالتفاعلات الكـيميائية ذات الظروف المختـلفة من حيث التـشغيل كالضـغط ودرجات الحرارة واستخدام العـوامل المساعدة المختلفـة . ونتيجة لذلك فيـكثر فى هذه الـصناعات إنـتاج الكثـير من المواد الـثانوية والـتى تستـخدم

بدورهـا كمواد أوليـة أو مواد وسيـطة لعـمليات إنـتاجيـة أخرى وبالتالى تحسـين اقتصاديات وحدات الإنتاج لهذه المـصانع . فمثلاً ينتج غـاز الايثلين بالتكـسير البخارى لـلنافثا ويتم أيـضًا فى نفس التفاعل إنتاج الميثان والهيدروجين والبروبلين والبيوتادايين . وهذه المواد الثانوية تسـتخدم بدورها كمواد وسيطة فى عمـليات إنتاجية أخرى حتى يمـكن خفض تكلفة إنـتاج الايثيلين . ومن هـنا تأتى أهمـية إقـامة الصـناعـات البتـروكيـماويـة فى صورة مـجمـعات بتروكيمـاوية متكاملة حيث تحـقق وفرًا كبيرًا فى النـفقات اللازمة لهذه الصناعات .

المقومات الأساسية لإقامة الصناعات البتروكيماوية :

قبل التفـكير فى إنشاء هذه الصـناعات فى بلد ما يلـزم توفير بعض المقومات الأساسية والتى منها :

١ - توافر المواد الخام :

يلزم توافر المواد الخام بكميات وفـيرة وأيضًا بأسعار مناسبة ، وهذه المواد الخام تـشمل الخامات البترولـية كالغاز الطبيـعى والغاز المصاحب وأيضًا الغـازات الناتجة من مصانع التكـرير بالإضافة إلى بعض المـقطرات البتـرولية مثل النـافتا ونذكر أيـضًا المواد الأخرى

المستخدمة فى هذه الصناعات مثل الأحماض والقلويات والعوامل المساعدة وغيرها .

٢ - توافر رؤوس الأموال :

يلزم أولاً عند إقامة الصناعات البتروكيماوية توفير الاستثمارات اللازمة لإنشاء البنية الأساسية لها والتى تشمل المرافق الهامة من المياه والكهرباء والصرف الصناعى ووسائل الاتصال بالإضافة إلى توافر وسائل النقل والشحن والتخزين .

ونذكر أيضًا فى هذا الصدد أن هذه الصناعات تستطلب دائمًا انفاق الكثير من الأموال نظراً لما تتطلبه من التطور والتوسع الدائم فى وحداتها وذلك لملاحقة التقدم العلمى والتكنولوجى وأيضًا الاتجاه نحو إقامة المجمعات البتروكيماوية المتكاملة لتحسين اقتصاديات الوحدات الإنتاجية لهذه الصناعات مع تمكينها من الصمود فى مواجهة المنافسة المستمرة .

٣ - توافر الإمكانيات العلمية والفنية :

يتطلب وجود مراكز متخصصة للبحث العلمى والتطوير وأيضًا التدريب . مع توافر الكادرات العلمية والفنية والإدارية . ونذكر كذلك توافر الصناعات الأساسية الأخرى مثل الصناعات

الكيميائية والمعدنية والكـهربائية وأيضًا مراكز الخدمات الأمر الذى يؤدى إلى توفير الكيماويات المساعدة وقطع الغيار للمصانع وكذلك الخدمات الفنية اللازمة .

٤ - توافر الأسواق المحلية والعالمية :

يتـطلب عـند إقامة الـصناعـات البتـروكيماويـة البحـث عن الأسواق المناسـبة ذات الحجم الكبيـر لاستيعاب كميـات وفيرة من الإنتاج تـتيح إنشاء وحدات إنـتاجية كبـيرة ذات اقتصاديات عـالية تهيئ لـها المنافسة فى الأسواق الـعالمية . ومما هو جديـر بالذكر أن الصناعـات البتروكيماوية تـقوم أساسًا على استخـدام بعض المواد البتروكيماوية الأساسية الهامة والتـى ينتج منها العديد من المنتجات البتروكيماوية الأخرى سواء الوسيـطة منها أو النهائية . ومن هذه المواد نذكر غازات الميـثان والايثلين والبروبلين والاستـيلين وخليط غازى الـهيـدروجين وأول أكسـيد الـكربـون مع الأوليـفينات . بالإضافة إلى المواد العطرية مثل البنزين والطولوين والزيلينات .

الباب الثالث

الغاز الطبيعى

الباب الثالث

الغاز الطبيعى

(Natural Gas)

مقدمة :

يوجد الغاز الطبيعى فى الآبار البترولية حيث يحتوى على العديد من الهيدروكربونات البارافينية مثل الميثان والايثان والبروبان بالإضافة إلى نسبة قليلة من البارافينات العالية . علاوة على ذلك فإن الغاز الطبيعى يحتوى على بعض الغازات الأخرى بنسبة متفاوتة مثل النتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والقليل من غاز الهليوم .

ويختلف التركيب الكيميائى للغاز الطبيعى من حقل بترولى لآخر . كما أن النسبة تختلف كذلك بالنسبة للحقل الواحد طوال فترة استغلاله .

والغاز الطبيعى يستخدم حاليًا وعلى نطاق واسع كمصدر من مصادر الطاقة حيث كثر استخدامه داخل المنازل والمستشفيات

والمعامل وغيرها من الأماكن . كما أنه يعتبر مصدر هام للمركبات الهيدروكربـونية والتى تعتبر كمـواد أولية هامة لتصنيـع العديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة .

أصل ونشأة الغاز الطبيعى (Origin of Natural Gas) :

يتكون الغاز الطبيعى أساسًا مـن المواد الهيدروكربونية وخاصة غاز الميثان (Methane) وحيث أن الغاز الطبيـعى غالبًا ما يصاحب البترول فمن المعتقد أن الغاز تـكون منذ آلاف السنين بسبب تراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية حيث تحولت ببطئ تحـت تأثير الضغط العـالى والحرارة المرتفعة . وأيـضًا بفعل أنواع معينة من البكتيريا إلى الغاز الطبيعى والبترول .

وهناك أيضًا مـن العلماء من يعتـقدون بأن الغاز الطبـيعى قد تكون فى الزمن السحيق من اتحـاد عنصرى الكربون والهيدروجين خاصـة أنه إكتـشفت فـى بعض الأمـاكن مـكامن خـاصة بالـغاز الطبيعى فقط دون البترول .

وأخيرًا فهناك نظرية تقول بأن الغـاز الطبيعى فى تكوينه يوجد على هيـئة هيدرات (Hydrates) صلبة حـيث تحتجز جزيـئات الماء جزيئات الـغاز الطبيعى داخلـها . ويتم تكوين هذه الـهيدرات فى

المناطق الباردة سواء فى أعماق الأرض أو فى قيعان البحار والمحيطات وبتأثير الحرارة المنخفضة والضغط المرتفع .

ويوجد الغاز الطبيعى عادة فى الطبقات المسامية سواء فى باطن الأرض أو فى قيعان البحار والمحيطات .

ويوجد الغاز الطبيعى بوفرة فى مناطق كثيرة من العالم نذكر منها : سيبيريا وبعض مناطق أمريكا الشمالية وفى إيران وبعض الدول العربية مثل قطر والمملكة العربية السعودية والجزائر . وفى مصرنا الحبيبة ظهر الغاز الطبيعى فى السنوات الأخيرة فى عدة حقول وبكميات وفيرة حيث أصبح المخزون منه يفوق المخزون من البترول . ومن حقول الغاز الطبيعى فى مصر نذكر ثلاثة حقول رئيسية هى :

١ - حقل أبو ماضى :

ويعتبر هذا الحقل من أكبر الحقول للغاز الطبيعى فى مصر . ويقع هذا الحقل فى الشمال الشرقى للدلتا . وينقل الغاز المنتج بواسطة خط أنابيب يربط بين الحقل وبين مدينة طلخا حيث يزود بالغاز مصنع السماد بها . وكذلك ينقل الغاز أيضًا إلى مدينة المحلة الكبرى لتزويد مصانع الغزل والنسيج والصباغة بها . إضافة

إلى ذلك فإنه يوجد أماكن استهلاك أخرى للغاز الطبيعى الناتج من هذا الحقل .

٢ - حقل ابو الغراديق :

يوجد هذا الحقل فى الصحراء الغربية على بُعد حوالى ٣٠٠ كيلو متر من القاهرة . ويربط هذا الحقل بمناطق الاستهلاك المختلفة خط أنابيب يصله بمنطقة دهشور مرورًا بوحدة التنقية . كما يرتبط هذا الحقل بمنطقة حلوان الصناعية . كما يوجد خط أنابيب يربط منطقة حلوان بمدينة السويس لتزويد مصنع الأسمدة بالغاز الطبيعى . وهذا الحقل يقوم بتزويد المناطق السكنية بالغاز الطبيعى ومنها مناطق حلوان والمعادى ومدينة نصر ومصر الجديدة.

٣ - حقل ابو قير البحرى :

يقع هذا الحقل على بُعد ١٨ كيلومتر بالتقريب داخل البحر المتوسط . ويستخدم الغاز الناتج منه فى إمداد مصنع الأسمدة بأبى قير بالغاز . بالإضافة إلى ذلك فقد أقيمت أكبر محطة حرارية للكهرباء فى أبى قير للتزود من هذا الغاز . إضافة إلى ذلك فمن المتوقع أن يزداد الطلب على هذا الغاز الناتج من حقل أبى قير البحرى فى السنوات القليلة القادمة .

إضافة إلى الحقول السابق ذكرها فقد تم اكتشاف مناطق أخرى شرق البحر الأبيض المتوسط تشمل شمال مدن بورسعيد وبور فؤاد ودمياط ورأس البر وبلطيم . وأيضًا فى منطقة الأبيض بالقرب من مرسى مطروح فى الشمال الغربى لمصر .

استخدامات الغاز الطبيعى (Uses of Natural Gas) :

فى الماضى كان يفقد كميات كبيرة من الغاز الطبيعى أثناء استخراج زيت البترول حيث كان يتخلص منها بإحراقه . وهكذا وبمرور السنين فقدت كميات هائلة حيث قدرت بمليارات الأمتار المكعبة من هذا الغاز دون أدنى فائدة تذكر .

والغاز الناتج من الآبار والمصاحب للبترول يكون محملاً عادة بأبخرة البنزين (Benzine) السهلة التطاير والتى يمكن فصلها عن الغاز بواسطة الضغط والتبريد حيث تتحول أبخرة البنزين إلى سائل يسهل فصله عن الغاز .

ويحتوى الغاز الطبيعى كذلك - كما ذكرنا من قبل - على بعض الغازات مثل ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين . وهذه الغازات الحامضية يمكن التخلص منها بسهولة بإمرار الغاز الطبيعى فى أبراج خاصة يمر ريها رزاز من محلول هيدروكسيد

الصوديوم حيث يتم امتصاص هذه الغازات والتخلص منها . وبذلك يصبح الغاز الطبيعى صالحًا للاستعمال فى الأغراض المختلفة .

ويستخدم الغاز الطبيعى - كما ذكرنا من قبل - كمصدر هام للحصول على الطاقة فى كافة بلدان العالم . فهو يستخدم لإدارة محطات القوى الكهربائية وفى الكثير من المصانع والأفران وأيضًا فى المنازل والمستشفيات والمعامل والفنادق كوقود آمن ونظيف لأغراض التدفئة والتسخين .

وحديثًا بدأ استخدام الغاز الطبيعى على نطاق واسع كوقود نظيف نسبيًا للسيارات حيث تم إنشاء بعض المحطات لتموين السيارات بالغاز الطبيعى والذى يتم استخدامه كوقود إضافى للسيارات إلى جانب أنواع الوقود التقليدية الأخرى . ويتميز استخدام الغاز الطبيعى كوقود للسيارات بخلو غازات العادم الناتجة عن احتراقه من الشوائب الكبريتية ومركبات الرصاص التى تضاف إلى البنزين لزيادة رقم الاوكتان له إلى جانب الانخفاض الملحوظ فى نسبة العوادم الضارة الناتجة عن احتراقه بالمقارنة بالعوادم الناتجة عن احتراق البنزين . إضافة إلى ذلك فإن طبيعة الغاز تعطى تجانسًا جيدًا مع الهواء مما يساعد على تكوين خليط ذو

درجة عالية من التجانس الأمـر الذى يؤدى إلى إعطاء حرق كامل للوقود وبالتالى زيادة قدرة المحرك ورفع كفاءته . وفى هذا الصدد نذكر كذلك سهولة أعمال الصيانـة وزيادة فترة التشغيل بين فترات الصيانة الـلازمة . وأيضًا نظافة المحرك وإطالة عمـر دورة التزييت وعمر قـطع الغيار مثـل البساتم وشمـعات الاشعال (البوجـيهات) ومجمـوعة الشكمـان وخلافه . وذلك نظـرًا لأن الغاز الطبـيعى وقود نظيف ولا يخلف عنه أى شوائب . وأخيرًا للأسباب السابق ذكرها فإن استـخدام الغاز الطبيعى كـوقود للسيارات يتمـيز بالوفر الاقتصادى بالمقارنة باستخدام البنزين .

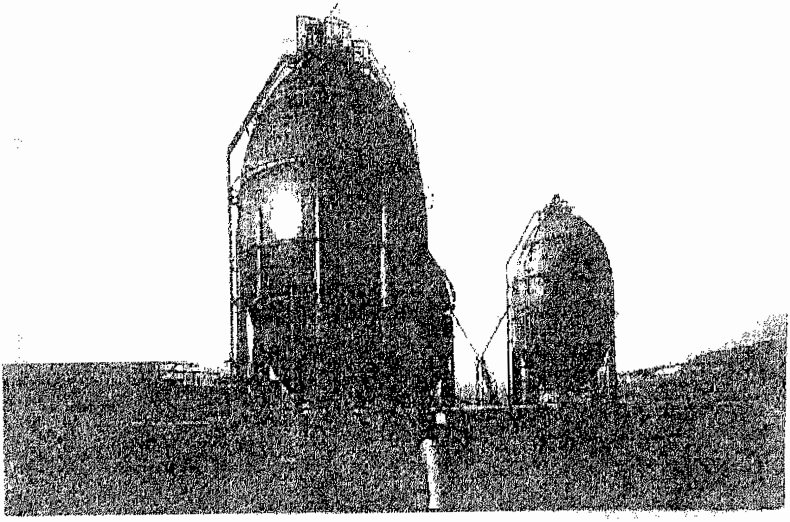
ويمتـاز الغـاز الطبـيعى كـوقود بـإرتفاع الـقيمـة الحراريـة له (Calorific Value) كـــما أنه وقـود نظيـف نسبـيًا وبالتالـى فإن التوسع فى استخدامه له أثر كبيـر فى الحفاظ على البيئة من خطر التلوث.

ومن الـغاز الـطبيـعى يمكـن الحصـول على بـعض الـغازات الهـيدروكربـونية الـهامة مـثل غازات المـيثان والايـثان والبـروبان والبيوتان والتى تعتبر مواد أولية للـعديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة والتى تسـتخدم على نطاق واسع فى الحياة العـملية للإنسان . ومن أمثلة هذه المنتجات نذكر : المنظفات الصناعية والبوليمرات

والتى منها المواد البلاستيكية والألـياف الصناعية والمطاط الصناعى وأيضًا البويات والدهانات والمواد اللاصقة وغيرها . بالإضافة إلى مبيدات الآفات بأنواعها المختلفة والأسـمدة النتروجينية المتنوعة . إضافة إلى ذلـك فإنه يمكن الحصـول على غاز الهلـيوم وهو أحد الغازات الخاملة (Inert Gases) من الغاز الطبيعى .

طرق نقل الغاز الطبيعى :

ينقل الغاز الـطبيعى عادة من مكان إلى آخـر بواسطة خطوط من الأنابـيب المصنوعة مـن الصلب . كمـا ينقل كذلك لمـسافات بعـيدة بـين القـارات على هـيئـة غاز مـسال (L.N.G.) بالضـغط والتبريد بواسطة ناقلات خاصة .



وحدات تخزين الغاز الطبيعى المسال

الباب الرابع

الخشب

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس)

الجازوهول

القمامة

الباب الرابع

الخشب

(Wood)

من المعروف أن الخشب مادة عضوية معقدة التركيب حيث تتكون من السليولوز (Cellulose) وهو نوع من المركبات الكربوهيدراتية حيث تتراوح نسبته فى الخشب ما بين ٤٠ - ٥٠ ٪ بالإضافة إلى مادة اللجنين (Lignin) المعقدة والتى يدخل فى تركيبها مشتقات الفينولات وتتراوح نسبته ما بين ٢٠ - ٣٠ ٪ من وزن الخشب .

ومنذ قديم الزمان استخدم الإنسان الخشب وأوراق وأفرع الأشجار والنباتات فى الحصول على الطاقة اللازمة له لطهو طعامه وفى التدفئة وفى إضاءة الأماكن المظلمة وغيرها من الاستخدامات .

ونذكر فى هذا الصدد أن المصريين القدماء قد قاموا بتقطير الخشب للحصول على الفحم النباتى . وكذلك الحصول على

قطران الخشب (Wood Tar) والحامض البيروجليني (Pyroligneous Acid) لاستخدامهما فى عمليات التحنيط .

وينتج عن عملية التقطير الاتلافى للخشب (Destructive Distillation) أى تقطيره بمعزل عن الهواء مواد غازية وأخرى سائلة بالإضافة إلى الفحم النباتى (Charcoal) والذى يكثر استخدامه فى عمليات التعدين . ومن الغازات الناتجة نذكر منها غازات أول وثانى أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان . ومن السوائل يوجد سائل حامضى يعرف باسم الحامض البيروجلينى (وقد سبق ذكره) والذى نحصل منه على الكثير من المواد الكيميائية الهامة مثل الكحول المثيلى وحامض الخليك والاسيتون. وهى مركبات تدخل فى الكثير من الصناعات الهامة. كما يوجد أيضًا سائل يعرف بقطران الخشب (وقد سبق ذكره أيضًا) ومنه يمكن الحصول على بعض المركبات أهمها الزيلينات والفينولات .

ونظراً للاستخدام المتزايد للإنسان لكافة أنواع الطاقة على المستوى العالمى فقد اتجهت أنظار العلماء مرة أخرى إلى المصدر القديم وهو الخشب إلى الحصول منه على المزيد من الطاقة سواء بالاستخدام المباشر عن طريق حرقه أو تحويله إلى غازات بالتسخين

إلى درجات حرارة عالية . وفى هذا الصدد فقد استخدمت الطاقة الشمسيــة كوسيلة فعالة لـتسخين الخشب وتحويلـه إلى غازات لها قيــمة حراريــة مرتفعــة لاحوائهــا على نــسبة عالــية من الـغازات الهيدروكربونية . والقيمة الحرارية للخشب الجاف تعادل نحو ثلثى ($\frac{٢}{٣}$) القيمة الحرارية للفحم .

وفى الـنهــاية نذكـر أن التـوسع فـى استخـدام الخشــب فى الحصول على الطاقة وخاصة فى المـناطق الزراعية يؤدى بالضرورة إلى اختلال التوازن البيئى والمتمـثل فى تعرض هذه المناطق لظاهرة التصحر . وأيضًا فى فقدان التربة الزراعية لخصوبتها وتحويلها إلى مناطق جرداء .

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس)

(Biomass)

من المعروف أن الأنشطة والأعمال الزراعية ينتج عنها الكثير من المخلفات سواء النباتية أو الحيوانية والتى يطلق عليها اسم البيوماس أو الكتلة الحيوية الأمر الذى يصيب البيئة المحيطة بالكثير من التلوث والأضرار .

وقد فكر الباحثون فى طريقة عملية ومفيدة للتخلص من هذه المخلفات وأيضًا فى الاستفادة منها بتحويلها إلى وقود يستفاد منه فى الحصول على طاقة متجددة ورخيصة الثمن . والطريقة تشمل وضع هذه المخلفات فى حفر خاصة معدة خصيصًا حيث يحدث لها تحلل عضوى بواسطة البكتيريا فى غياب الاكسوجين وينتج عن هذا التحلل الغاز الحيوى (Biogas) حيث يتركب معظمه من غاز الميثان (Methane) بالإضافة إلى بعض نواتج التحلل من المواد الصلبة والتى يمكن استخدامها كسماد يزيد من خصوبة الأراضى الزراعية .

وحديثًا بدأت بعض الدول بالاهتمام بعملية التخمر اللاهوائى وإنتاج الغاز الحيوى (Biogas) واستخدمته كوقود بديل . وهذه

الدول تشمل الهند والصين وبعض الدول الأوروبية واليابان والولايات المتحدة الأمريكية .

وفى مصر أجرى المركز القومى للبحوث بحوثًا كثيرة لإنتاج الغاز الحيوى من كافة المخلفات الزراعية بغرض الاستخدام فى الحصول على الطاقة اللازمة للإضاءة وأغراض الطهو والتسخين وخاصة فى القرى والمناطق الريفية .

وفى هذا الصدد يجب الحذر فى الحصول على الغاز الحيوى من عملية التحلل اللاهوائى للمخلفات الحيوية حيث أن هذا التفاعل طاردًا للحرارة (Exothermic) حيث ترتفع درجة الحرارة ويزداد ضغط الغازات مما يؤدى إلى حدوث انفجار للمولد وبالتالى إلحاق أضرارًا فادحة بالأماكن المجاورة .

وأخيرًا نذكر أن كمية الغاز الحيوى الناتجة من المولد تعتمد أساسًا على نشاط البكتيريا حيث أن ازدياد نشاطها يسرع بالتفاعل الحيوى وبالتالى تزداد كمية الغاز المتولد بينما تقل كميته بقلة نشاطها . كذلك فإن نشاط البكتيريا يتوقف على نوعية المخلفات العضوية المستخدمة وخواصها العامة من حيث الحموضة أو القاعدية . وأيضًا ما قد تحتويه من مواد لها آثار سمية على البكتيريا .

الجازوهول

(Gasohol)

نظرًا لَلاستخدام المتزايد لكـافة مصادر الطاقة وخاصة المصادر الناضبة وغيـر المتجددة أن اتجهت أنظار العلمـاء إلى الحصول على أنواع أخرى من الـطاقة نظيفـة ورخيصة وأيضًا متـجددة . حيث استـخدموا الـنباتـات وبعض الحاصـلات الزراعيـة كمواد أولـية للحصـول على الكحول الاثيلـى وذلك بواسطة تخمر مـا بها من سكريات ومواد نشوية .

وتعتبر البـرازيل بسبب وفرة إنتاجها من قـصب السكر وأيضًا الولايـات المتحدة الأمـريكية بـغزارة إنتاجـها من الذرة مـن أولى الدول التـى بدأت بإنتـاج الكحول الايـثيلى واسـتخدامه كـوقود للسيارات .

وعادة مـا يستـخدم خلـيط من الجـازولين (Gasoline) ومن الكحول الايثيلي (Ethyl Alcohol) كوقود للسيـارات حيث أطلق على هـذا الخليط اسـم «جازوهول» (Gasohol) وهو مشـتق من الكلمتين جازولين وكحول بالإنجليزية .

ويعتبر رقم الأوكتان (Octane Number) والقيمة الحرارية (Calorific Value) من الخصائص الهامة للوقود المستخدم فى محركات السيارات . كذلك فمن المعروف أن الكحولات عمومًا تمتاز بإرتفاع رقم الاوكتان لها بالمقارنة برقم الاوكتان للجازولين . بينما العكس تمامًا فى القيمة الحرارية حيث يفوق الجازولين فى قيمته الحرارية الكحولات .

ومن هنا يتضح الأهمية الكبرى لوقود الجازوهول ذى الرقم الاوكتينى المرتفع بسبب احتوائه على الكحولات الأمر الذى يؤدى إلى الاستغناء كلية عن إضافة مادة رابع ايثيل الرصاص (Tetraethyl Lead) والتى تضاف إلى الجازولين لرفع رقم الاوكتان له . وأيضًا تجنب ما تحدثه هذه المادة من تقليل فى كفاءة المحرك وما تسببه من تلوث بيئى خطير يسبب الكثير من الأضرار لكافة الكائنات الحية وخاصة الإنسان حيث تصيبه بالضعف العام والأنيميا والأضرار بالجهاز العصبى والإصابة بأمراض الكلى المزمنة بالإضافة إلى إصابة الأطفال الصغار بالتخلف العقلى حيث أنهم أكثر قابلية للإصابة بالأمراض التى تنشأ نتيجة التعرض لفترات طويلة للتلوث بمركبات الرصاص .

ونظرًا لهذه المخاطر الشديدة لمركبات الرصاص فقد قامت

الكثير مـن الدول بوضع القوانين والتـشريعات اللازمة للحـيلولة دون استعمـال هذا النوع من الجازولـين المحتوى على رابع ايـثيل الرصـاص حيث أضافـت مواد أخرى لـيست لـها آثار سامـة إلى الجازولين مثل مـادة ميثيل ثلاثى بيـوتيل الأثير (Methyl Tertiary Butyl Ether) أو إضافة بعض المواد الهيدروكـربونية ذات السلسلة المتفرعة (Isoparaffins) حيـث تساعد عـلى زيادة رقم الاوكـتان للجازولين وبالتالى تحسـين الأداء داخل محركات السيارات . وفى النهاية منع تلوث الهواء بمركبات الرصاص .

ونود هـنا أن نضـيف بأن وقود الجـاروهول لا يقـتصر عـلى إضافـة الكحـول الايثيـلى إلى الجازولـين . بل يسـتخدم كـذلك الكحول الميثيلى (Methyl Alcohol) حيث يمكن تحضـيره بتفاعل أول أكسيـد الكربون مـع الهيدروجـين حيث يجـرى التفاعـل فى وجود الزنك - كروم كعامل مساعد عند درجة حرارة عالية وتحت ضغط مرتفع . والـهيدروجين المستخدم يتم الحصول عـليه بمعالجة غاز الميثـان ببخار الماء . ونذكـر أيضًا أن خليط غازى أول أكـسيد الكربون والهيدروجين يعرف باسم الغاز المخلق (Synthesis Gas) والذى يمكـن إنتاجه من الـفحم أو من الغـازات الهيدروكربـونية وخاصة الميثان وذلك فى وجود بخار الماء والعوامل المساعدة .

وقد يبدو من المفيد هنا مقارنة كل من الكحول الايثيلى والكحول الميثيلى عند استخدامهما فى تحضير وقود الجازوهول فنقول أن الكحول الايثيلى يفوق الكحول الميثيلى فى القيمة الحرارية وبالتالى ارتفاع القيمة الحرارية للجازوهول عند استخدام الكحول الايثيلى فى تحضيره . إلا أنه من جهة أخرى فإن البعض قد يرى الإقلال من استخدام الكحول الايثيلى فى تحضير الجازوهول مفضلاً عنه الكحول الميثيلى حيث أن الكحول الايثيلى يحضر من تخمر المواد النشوية والسكرية مثل الذرة وقصب السكر وهى فى الأساس محاصيل تستخدم فى صنع المواد الغذائية .

ومن المفيد أن نذكر أنه يوجد بعض الاعتبارات العلمية والفنية عند تحضير وقود الجازوهول . فمن المعروف أن الكحولات مركبات قطبية (Polar) بينما الجازولين من المواد غير القطبية (Non-Polar) . وأيضًا نذكر أن الماء فهو من المركبات القطبية المعروفة . ونتيجة للخواص السابق ذكرها نجد أن الجازولين المستخدم عادة ما يحتوى على نسبة ضئيلة للغاية من الماء. بينما الكحول يحتوى على نسبة أكبر نسبيًا من الماء والذى يصعب التخلص منه . فعند تحضير وقود الجازوهول فإن بقايا الماء الموجودة فى الكحول المستخدم تعوق امتزاج كل من الجازولين

والكحول مؤدية إلى تكوين وقود غير تام التجانس والتركيب الأمر الذى يؤدى إلى الإخلال بعملية احتراق الوقود داخل متحرك السيارة مع حدوث الأضرار الجسيمة له .

وللتغلب على هذه المشكلة أجريت العديد من التجارب حيث وجد الباحثون أن الكحول السبيوتيلى الثلاثى (Tertiary Butyl Alcohol) من أفضل المواد لإعطاء وقود الجاروهول الامتزاج التام لمكوناته من الجازولين والكحول سواء الايثيلى أو الميثيلى .

ومن دراسة خواص كل من الجازولين والكحولات المستخدمة فى تحضير وقود الجازوهول وأيضا خواص الكحول البيوتيلى الثلاثى فإننا نجد أن الكحول البيوتيلى الثلاثى يفوق الجميع فى خاصية رقم الاوكتان . كذلك فإنه يفوق كل من الكحول الايثيلى والميثيلى فى القيمة الحرارية . ومن هنا نجد الفائدة الكبرى فى إضافة هذا الكحول إلى وقود الجازوهول .

وعادة ما يضاف كل من الكحول الايثيلى أو الميثيلى بنسبة تتراوح بين ١٥ - ٢٠ ٪ إلى وقود الجازوهول .

القمامة

(Wastes)

نظرًا للتزايد السكانى فى كافة أرجاء العالم وتبعه بالضرورة زيادة هائلة فى الاستهلاك وما ينتج عنه من مخلفات صلبة تختلف فى نوعها وحجمها وما يتبعه من تلوث بيئى يضر بصحة الإنسان وسلامته . لذلك فيلزم التخلص من هذه المخلفات بصورة دائمة ومنتظمة حفاظًا على الصحة العامة للأفراد حيث أنها تعد بيئة صالحة لنمو الكثير من البكتيريا والفيروسات بالإضافة إلى الحشرات بمختلف أنواعها . وأيضًا القوارض مما يؤدى إلى انتشار الأمراض البكتيرية والفيروسية كالكوليرا والتيفود والتهاب الكبد الوبائى والجرب وغيرها من الأمراض المعدية التى تصيب الإنسان.

والمخلفات الصلبة تختلف من حيث نوعيتها وخواصها ومدى ثباتها وتأثرها بالعوامل الطبيعية المختلفة . فهى تشمل المخلفات المنزلية مثل بقايا الطعام والورق وكافة العبوات الفارغة الزجاجية والمعدنية والبلاستيكية وبقايا الملابس المستهلكة وبقايا الأخشاب والمواد المعدنية وبقايا الأثاث المستهلك . كذلك المخلفات الصناعية الناتجة عن المصانع المختلفة . وهياكل السيارات القديمة وبقايا

الأجهزة الكهربية المستهلكة بالإضافة إلى المخلفات الزراعية والنباتية منها مثل حطب القطن وأغلفة الذرة وقشور الأرز والقمح وقلف الأشجار وأيضًا مخلفات الحيوانات .

وحيث أن مصادر الوقود والطاقة فى العالم فى تناقص مستمر . لذلك نشأت الحاجة إلى استغلال هذه المخلفات فى إنتاج مواد للحصول على الطاقة حيث تتميز هذه المخلفات بأنها متجددة وبصورة دائمة .

ويوجد عدة طرق مختلفة تستخدم لذلك . وأولى هذه الطرق تشمل نقل هذه المخلفات إلى أماكن بعيدة عن العمران حيث تدفن فى حفر خاصة تحت سطح الأرض . وواضح أن هذه الطريقة تؤدى على المدى الطويل إلى تلوث المياه الجوفية فى هذه المناطق وخاصة عندما تحتوى هذه المخلفات على نسب عالية من المخلفات الصناعية المحملة بالسموم . كذلك يؤدى التحلل اللاهوائى لهذه المخلفات إلى تكوين غاز الميثان وتجمعه مما قد يؤدى إلى حدوث انفجارات . إضافة إلى التكاليف الباهظة فى نقلها إلى المناطق البعيدة عن العمران .

والطريقة الثانية تشمل حرق المخلفات الصلبة وخاصة المواد التى لها قيمة حرارية مناسبة مثل الأوراق والأقمشة البالية

ومخلفات الأخشاب فى أفران خاصة حيث يستفاد بالطاقة الحرارية المتولدة من حرق هذه المواد فى أغراض التدفئة أو توليد الكهرباء. وتقام هذه الأفران بمواصفات خاصة خارج المدن وبعيدة عن المناطق العمرانية ، وهذه الطريقة ينتج عن استخدامها انطلاق كميات كبيرة من الغازات الضارة والملوثة للبيئة تختلف فى نوعيتها وفقًا لنوع المواد المكونة لهذه المخلفات . كذلك يوجد الشوائب والجسيمات الدقيقة . إضافة إلى الرماد الناتج من عمليات حرق هذه المخلفات . ويجب الاهتمام عند إقامة أفران الاحتراق بأن يكون هناك جميع الأجهزة والمعدات الكفيلة بالتخلص من هذه الغازات والشوائب الضارة حفاظًا على البيئة وصحة الإنسان .

وفى المناطق الريفية حيث تكثر المخلفات الزراعية والحيوانية والتى يطلق عليها الكتلة الحيوية (Biomass) يتم التخلص من هذه المخلفات بوضعها فى حفر خاصة ويعمل لها تجهيزات مناسبة حيث يتكون غاز الميثان (Methane) بفعل النشاط البكتيرى على هذه المخلفات . ويطلق على غاز الميثان الناتج اسم البيوجاز (Biogas) حيث يستخدم فى أغراض التسخين وإعداد الطعام لسكان المناطق الريفية .

وهناك طريقة أخرى للتخلص من المخلفات والتى تشمل بقايا نباتات القمح والأرز والذرة والبطاطس والبطاطا وقلف الاشجار حيث تنشأ بعض المصانع الصغيرة التى تستخدم هذه المخلفات وتجرى لها عمليات التخمر بواسطة أنواع خاصة من البكتيريا حيث تنتج الكحول الايثيلى (Ethyl Alcohol) والذى يستخدم كوقود بالإضافة إلى الاستخدامات المتعددة الأخرى .

وفى النهاية نود أن نقول أن للقمامة إضافة إلى التخلص منها منعًا للتلوث البيئى وما يسببه من أضرار خطيرة بصحة الإنسان وأيضًا استخدامها كمصدر متجدد للحصول على الطاقة . إلا أنه يوجد هناك بُعد آخر وهام وهو صنع بعض المنتجات المفيدة من هذه المخلفات . حيث أنه من المعروف أن هذه المخلفات تشمل فى بعض مكوناتها المواد المعدنية والزجاجية والورقية حيث يفرز كل نوع على حدة . فالمواد المعدنية يعاد استخدامها فى مصانع الحديد الصغيرة . والمواد الزجاجية يعاد صهرها وتصنع منها أنواع رخيصة الثمن من الزجاجات الخضراء أو البنية اللون . والمواد الورقية يحضر منها الورق المستخدم فى أغراض التعبئة والتغليف .

وإطارات السيارات القديمة تستخدم فى صناعة المطاط . والعظم فى تحضير مادة الغراء والفحم الحيوانى . وبهذه الطريقة يمكن التخلص من كميات كبيرة نسبيًا من هذه المخلفات . إضافة إلى القيمة الاقتصادية لهذه المواد المنتجة مما يقلل كثيرًا من تكاليف التخلص من هذه المخلفات .

الباب الخامس

الطاقة الشمسية

الباب الخامس

الطاقة الشمسية

(Solar Power)

مقدمة :

مع تطــور الحضارة البــشرية عبر الــسنين ونتــيجة للاســتهلاك المتزايد لكافة أنواع الطاقة وأيــضًا مع الاحتمالات المتزايدة لنضوب مصادر الطاقة التقليدية من فحم وبترول وغاز طبيعى . إضافة إلى ذلك فقد ساهــمت حرب أكتوبر المجيدة (العاشـر من رمضان) فى رفع أسعار مــصادر الطاقة التقــليدية وخاصة البــترول الأمر الذى أدى إلى نشــوب أزمة الطاقة فى مــنتصف الســبعينيات مــن القرن العشرين .

ولتلك الأسباب جــميعها فقد سارعت الكثــير من دول العالم باتخــاذ التدابير الــلازمة لترشيــد استخدام هذه المــصادر التقلــيدية للطاقة مع استحداث مصادر جديــدة وغير تقليدية لها . وفى هذا السبيل تــضافرت كافة الجهود على الــصعيد العالمى لدفــع وتنشيط

تكنولوجيات ووسائل استخـدام الطاقات الجديدة والمتجددة بهدف تلبيـة كافة الاحتياجـات المتزايدة من الطـاقة وأيضًا للحفـاظ على البيئة من الـتلوث وما قد يحدثه من أضرار لصـحة الإنسان وكافة المخلوقات من نبات وحيوان .

ومن أمثلة هذه الطاقات الجديدة والمتجددة نذكر الطاقة الناتجة من حـرارة الأرض والطاقة الـناتجة مـن مياه الـبحار والمحيـطات وأيضًا النـاتجة من حركة المد والجـذر وطاقة الرياح . إضـافة إلى الطاقـات المتولدة مـن المخلفات الـزراعية والحيـوانية مثـل طاقات البيوماس والجازوهول وغيرها . وقد سبق الحديث عن بعض هذه الأنواع المخـتلفة مـن الطاقة فـى مواضع أخـرى سابقة مـن هذا الكتاب .

والآن نذكر مصدر هام ورئيسى ودائم ونظيف ولا يضر بالبيئة من مصادر الطاقة وهو الطاقة الشمـسية . حيث تعتبر أكثر مصادر الطاقة توافراً للجنس البشرى . وبالتحديد الطاقة الكهرومغناطيسية والتى تبعثها الشمس .

ومن المفيد أن نذكـر فى هذا الصدد أن المنطقة العـربية والتى تمتد من الخليج العربى شرقًا حتـى المحيط الأطلسى غربًا تعتبر من

أغنى مناطق العالم بالطاقة الشمسية حيث تقع بالكامل داخل ما يعرف بالحزام الشمسى والذى يطوق الكرة الأرضية .

وأيضًا بالنسبة لمصر فإذا تكلمنا عن المصادر الرئيسية للطاقة فنجدها تشمل البترول والغاز الطبيعى والفحم وأيضًا الطاقة المائية . ومع التزايد المستمر للسكان وأيضًا النمو المتزيد لخطط التنمية فى مجالات الأنشطة الرئيسية المختلفة من صناعة وزراعة وسياحة إضافة إلى أنشطة أخرى كالنقل والمواصلات وما يتبع ذلك من الاستخدامات المكثفة لهذه المصادر التقليدية من الطاقة وأيضًا للحفاظ على البيئة وعدم تدهورها . لذلك فقد لزم الأمر بل وأصبح حتميًا على دفع وتطوير تكنولوچيات الطاقة الجديدة والمتجددة والتى من أهمها الطاقة الشمسية حيث تتمتع مصر بموقع فريد ومتميز يتيح لها كميات هائلة من الطاقة الشمسية على مدار العام .

ويمكن تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى أشكال أخرى للطاقة فى ثلاث عمليات منفصلة . الأولى هى العملية الكيميائية الشمسية (Helio-chemical) والثانية هى العملية الكهربائية الشمسية (Helio-electrical) والثالثة هى العملية الحرارية الشمسية (Helio-thermal) .

فالعمليــة الكيميائية الشمســية إنما هى عملية التمـثيل الضوئى (Photosynthesis) والتى هــى أساس الوقود الاحـفورى (Fossil Fuel) مثل الفحم والبترول والغاز الطبيـعى . والعملية الكهربائية الشمسية هى عملية توليد الكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية (Solar Cells) والعملية الحـرارية الشمسية هى عمليــة امتصاص الاشعاع الشمسى وتحويل الطاقة الاشعاعية إلى طاقة حرارية .

طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية :

١ - التسخين الشمسى (Solar Heating) :

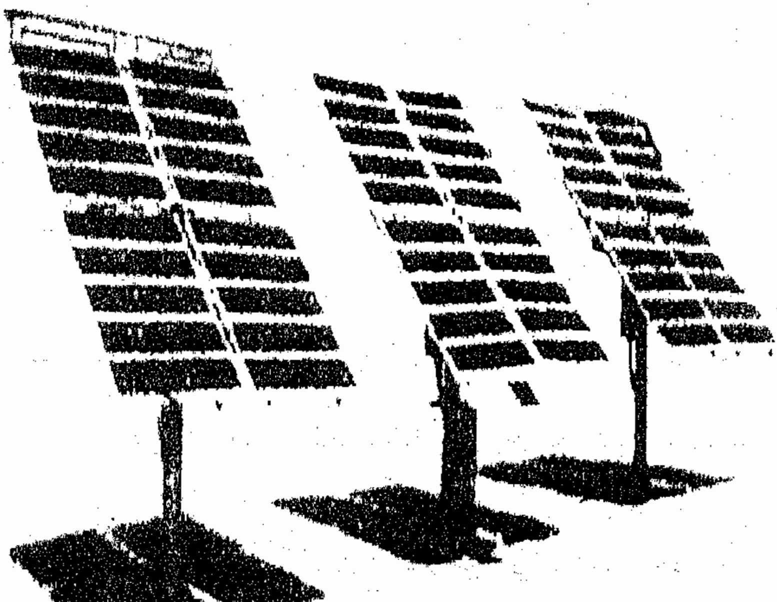
من المعــروف أن تكنولوچـيا الطاقــة الجديدة والمتجـددة يمكن تطبيقها بـسهولة وعلى نطاق معقول فى الدول المتـقدمة أو النامية على حد ســواء . ويعتبر التـسخين الشمســى هو أكثر التطـبيقات شيوعًا فى أغراض التسخين والتدفئة .

وتقوم فكرة التسخين الشمســى على امتصاص جزء من الطاقة الحرارية للشمس بواسطة شرائح خاصة من الألومنيوم أو الصلب أو النحــاس حيث تغـطى باللون الأســود لتقلـيل انعكــاس أشعة الشمس من سطحها وزيادة قدرتها على امتصاص الحرارة ثم تجميعها طوال اليوم لغرض استخدامها فى كافة عمليات التسخين والتدفئة.

وقد تم تطبيق هذه الفكرة فى تصنيع العديد من الأجهزة والتى كثر إستخدامها في المنازل والفنادق والقرى السياحية وذلك لتوفير ما يلزمها من المياه الساخنة وللتدفئة .

وفى مصر فإن السخانات الشمسية (Solar Heaters) بدأ إنتاجها منذ أوائل الثمانينات . حيث بدأ استخدامها فى المدن الجديدة وفى القرى السياحية ، وفى المستقبل القريب سوف يزداد استخدام هذه السخانات الشمسية وإحلالها تدريجيًا مكان سخانات الغاز أو الكهرباء لتقليل العبء إلى حد كبير على شبكات الكهرباء وأيضًا المساهمة فى الحفاظ على البيئة من التلوث .

وهناك طريقة أخرى تعتمد على ما يعرف بالعاكس الشمسى حيث تستخدم بعض المرايا أو الشرائح المعدنية مثل شرائح الألومنيوم المصقول ذات السطح اللامع حيث تكون هذه المرايا أو الشرائح اللامعة نظامًا خاصًا بحيث تتجمع أشعة الشمس المنعكسة منها فى بؤرة مشتركة واحدة حيث تصل درجة الحرارة بها إلى درجات عالية وبالتالى يمكن استخدامها فى صهر الكثير من المعادن أو فى إنتاج البخار بواسطة غلايات خاصة ثم تسليطه على التوربينات لتوليد الكهرباء .



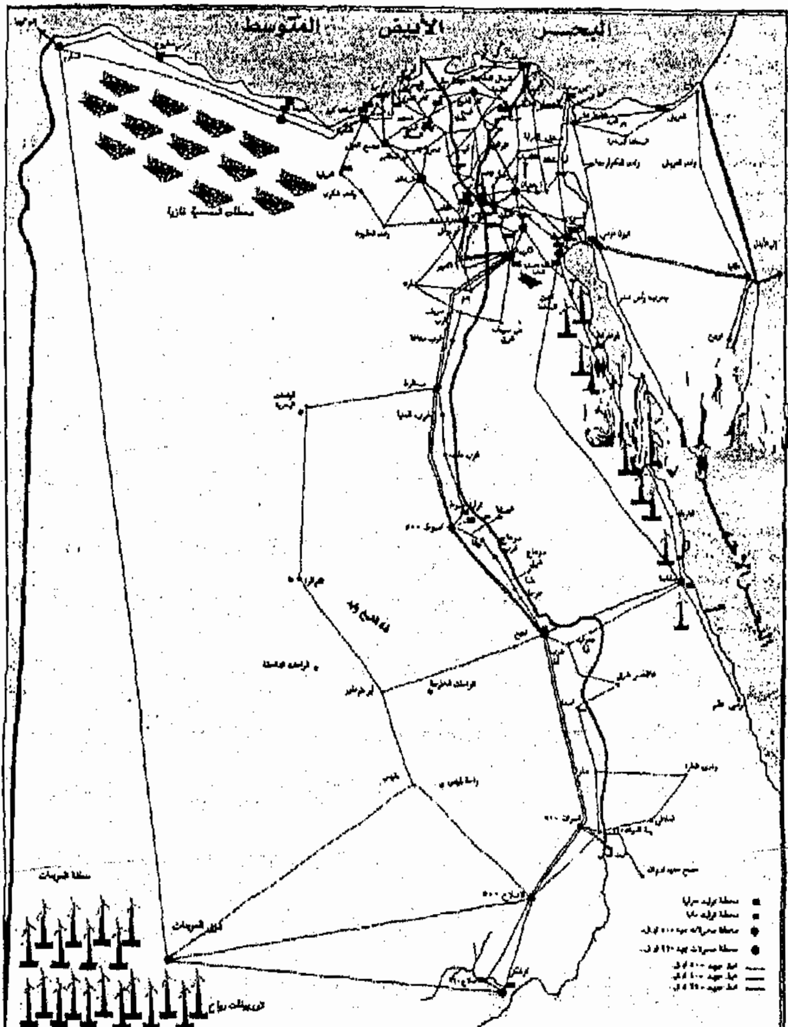
استخدام الطاقة الشمسية فى مجالات التسخين الشمسى

وقد قامت الكثير من الدول باستخدام طريقة العاكس الشمسى بغرض الحصول على الطاقة الشمسية النظيفة . نذكر منها المشروعات المقامة فى ولاية نيومكسيكو بالولايات المتحدة الأمريكية . وكذلك المشروعات المقامة بجبال البرانس بفرنسا . ، وأيضًا المشروعات التى أقيمت فى جبال الألب بسويسرا .

٢ - البطاريات الشمسية (Solar Batteries) :

الفكرة الرئيسية لهذه البطاريات تعتمد على الحصول على الطاقة الكهروضوئية حيث تتحول الطاقة الشمسية مباشرة (Direct Conversion) إلى طاقة كهربية بدون المرور على أى صورة من صور الطاقة الأخرى حرارية كانت أو ميكانيكية أو كيميائية وذلك بواسطة الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cells) والتى تسمى عادة بالخلايا الشمسية (Solar Cells) فهى تمتص معظم الطيف الشمسى وتحول جزء من هذه الإشعاعات فى حدود ١٥ ٪ أو أقل إلى طاقة كهربائية حيث يمكن استخدامها فى الحال أو تخزينها . والمنظومات من هذا النوع تصمم أساسًا لأجل المنشآت فى المواقع البعيدة لفترات طويلة . والمواقع التى توضع فيها مثل هذه الأجهزة تكون قاسية جدًا فى طقسها . ولذلك فيجب أن تكون هذه المنظومات ذات مقاومة عالية للرياح وللرطوبة والبرد

والعواصف الرملية وأن تحاط بتصميم خاص ضد هجمات الحيوانات والطيور وأيضًا ضد التأكل .



مواقع محطات توليد الكهرباء بالطاقة غير التقليدية

ويوجد عدة أنواع مختلفة من البطاريات الشمسية نذكر منها :

البطاريات الشمسية السيليكونية والبطاريات الشمسية باستخدام كبريتيد الكادميوم . وأيضًا البطاريات الشمسية والتى تعمل بواسطة الازدواج الحرارى (Thermo-couple) .

وتعتبر البطاريات السيليكونية (Silicon Cells) من أوسع أنواع البطاريات الشمسية استخدامًا وتطويراً . ولذلك سيقتصر الحديث هنا على هذا النوع من البطاريات الشمسية .

تتكون البطارية الشمسية السيليكونية من عدد كبير من البللورات أو الخلايا حيث تتكون كل خلية من شريحة من عنصر السيليكون النقى والمحتوى على آثار من الزرنيخ . وتسمى هذه الشريحة بالسيليكون السالب حيث تحتوى على الإلكترونات الطليقة . ويحيط بهذه الشريحة إطار من السيليكون والمحتوى على آثار من عنصر البورون . ويسمى هذا الإطار بالسيليكون الموجب . وتتصل هذه الخلايا ببعضها داخل البطارية على التوالى حيث يستمر التيار الكهربى فى سريانه طيلة تعرض البطارية الشمسية لأشعة الشمس . وتغطى هذه الخلايا بزجاج عالى النفاذية وتقفل بإحكام لمنع تأثير الرطوبة وتفاعل الملوثات الجوية

مع مواد الخلية لزيادة العمر الافتراضى لها إلى ما يقرب من العشرين عامًا .

الاستخدامات المختلفة للخلايا الشمسية :

تستخدم الخلايا الشمسية فى مجالات كثيرة حيث تشمل :

١ - توليد الكهرباء واستخدامها فى الأغراض المختلفة .

٢ - ضخ المياه الجوفية فى الصحراء لأغراض الرى .

٣ - مشاريع تحلية المياه المالحة .

٤ - الحماية الكاثودية لخطوط أنابيب البترول .

٥ - إضاءة مدرجات الهبوط والصعود للطائرات بالمطارات .

٦ - تشغيل محطات رصد الزلازل فى المناطق المختلفة .

٧ - تشغيل التليفونات ولوحات الإعلانات على الطرق الصحراوية . وكذلك إشارات السكك الحديدية وإشارات الإرشاد الملاحى للممرات المائية .

٨ - تزويد محطات القياس عن بُعد (التليمترية) بالكهرباء .

٩ - إقامة محطات خاصة في الفضاء الخارجي مزودة بأنواع خاصة من البطاريات الشمسية والتي تستقبل الطاقة الشمسية وتحولها إلى طاقة كهربائية يتم إرسالها إلى سطح الأرض .

إضافة إلى ذلك فإن البطاريات الشمسية تستخدم لتشغيل الأقمار الصناعية في الفضاء الخارجي .

الباب السادس

الطاقة الناتجة من الرياح

الطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات

الطاقة الناتجة من حركة المد والجزر

الطاقة الناتجة من حرارة الأرض

الباب السادس

الطاقة الناتجة من الرياح

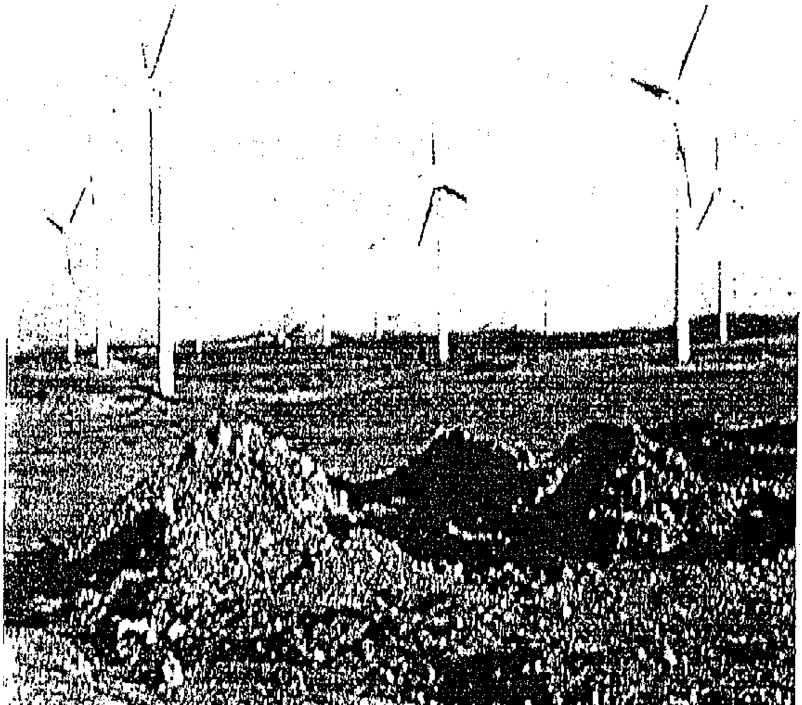
(Wind Power)

من المعروف أن الشمس هى مصدر طاقة الرياح حيث قدر بعض العلماء أن حوالى ٢ ٪ من الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض تتحول إلى طاقة رياح .

وحركة الرياح تنتج عن حركة الهواء البارد القادم من القطبين متجهًا نحو الاتجاه المدارى والاستوائى حيث يحل محل الهواء الساخن ذى الكثافة المنخفضة والذى يتحرك فى إتجاه القطبين . إضافة إلى ذلك فإن حركة دوران الأرض والتى ينتج عنها دوران الرياح فى إتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى . بينما تدور فى عكس إتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى .

كذلك فإن حركة الرياح تنتج من الاختلاف فى درجة حرارة الهواء فوق سطح الأرض عنها فوق البحار والمحيطات . كما أن سرعة الرياح تزداد فوق البحار والمحيطات عنها فوق سطح الأرض.

إضافة إلى ذلك فإنه من المعروف علميًا أن حركة الرياح ناتجة عن الاختلافات فى الضغط الجوى من مكان إلى آخر حيث تهب من الأماكن ذات الضغط المرتفع إلى الأماكن ذات الضغط المنخفض .



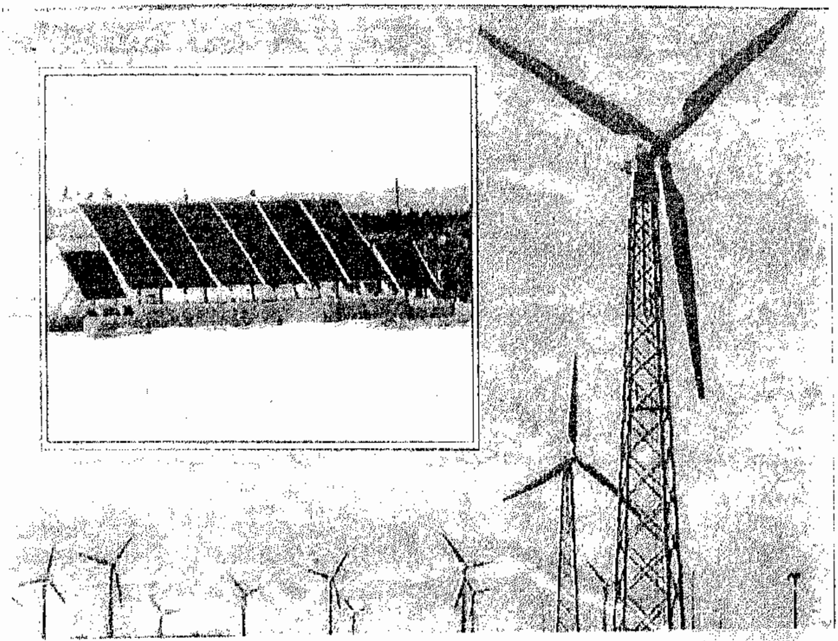
مزرعة رياح لتوليد الكهرباء

ويجب التفرقة بين إتجاه الرياح (Wind Direction) حيث يستخدم جهاز يعرف بدوارة الرياح . - وكذلك تسمى الرياح باسم الجهة التى تهب منها فمثلاً يكون إتجاه الرياح شرقيًا إذا هبت من جهة الشرق - وبين سرعة الرياح (Wind Speed) حيث يستخدم لقياسها جهاز يعرف باسم الانيموميتر . وتزداد سرعة الرياح عادة بالارتفاع عن سطح الأرض . كما تختلف كثيراً من مكان لآخر .

ومن المفيد أن نذكر هنا الأهمية البالغة لسرعة الرياح حيث أن الطاقة الناتجة من الرياح تتناسب مع مكعب سرعتها .

وقد عرف الإنسان الطاقة الكامنة فى الرياح من قديم الزمان حيث استخدمها فى طحن الغلال بالطواحين الهوائية وتسيير المراكب الشراعية ورفع المياه من باطن الأرض وأخيراً فى توليد الكهرباء .

وتعتبر هولندا من أولى الدول التى استخدمت طاقة الرياح فى تشغيل طواحين الهواء (Wind Mills) والتى أقيمت بكثرة على ساحل البحر . وكذلك أقيمت فى الولايات المتحدة الأمريكية الأبراج العالية ذات المراوح الضخمة فى الكثير من المناطق الساحلية لاستغلال طاقة الرياح فى توليد الكهرباء .



صور من الطاقة الجديدة

كذلك فمن الأهمية بمكان أنه عند اختيار الأماكن المناسبة لإنشاء التجهيزات اللازمة للحصول على الطاقة الكامنة للرياح أن تكون سرعة الرياح فيها مناسبة . وكذلك لها صفة استمرار هبوبها طوال العام .

ومن نعم الله علينا توافر الأماكن المناسبة للحصول على الطاقة الكامنة للرياح فى بلدنا الحبيبة مصر ونذكر منها : مناطق الساحل الشمالى الغربى على البحر الأبيض المتوسط وساحل البحر الأحمر ومنطقة خليج السويس وشمال سيناء وأيضًا فى منطقة شرق العوينات بجنوب غرب الوادى الجديد بالصحراء الغربية .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن الطاقة الكامنة فى الرياح هى طاقة نظيفة لا ينتج عنها أى تلوث بيئى . كما أن الحصول عليها غير مكلف . وبالتالى فمن المتوقع انتشار استخدامها فى الكثير من البلدان لأغراض التسخين والتبريد وتحلية مياه البحر وتوليد الكهرباء واستخراج المياه من باطن الأرض لاستخدامها لرى المزيد من الأراضى الزراعية وذلك خلال القرن الحادى والعشرين .

الطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات :

(Sea and Ocean Energy)

نظرًا للاستهلاك المتزايد للإنسان من الطاقة فى كافة مجالات الحياة ، أصبح البحث عن مصادر جديدة من الطاقة من أهداف الباحثين فى هذا المجال . حيث اتجه بعضهم إلى محاولة الاستفادة من الفرق بين درجة حرارة المياه السطحية الدافئة للبحار والمحيطات وبين درجة حرارة مياهها السفلية الباردة فى إنتاج الطاقة الكهربائية .

كما إتجه علماء آخرون إلى إنتاج الطاقة من حركة أمواج البحر خلال ارتفاعها وإنخفاضها . وأيضًا الحصول على الطاقة من مصدر آخر يتمثل فى استخدام ظاهرة المد والجزر (Tides) فى إنتاج الطاقة الكهربائية .

الحصول على الطاقة من حرارة مياه البحار والمحيطات :

من المعروف أن حرارة مياه البحار والمحيطات تختلف وفقًا لقربها أو بعدها من السطح . فالمياه السطحية للبحار والمحيطات تختزن كميات هائلة من الطاقة الشمسية الساقطة عليها طوال النهار حيث تقل كثافتها . بينما تقل درجة الحرارة كلما اتجهنا إلى الأعماق مع ازدياد كثافة المياه .

وقد وجد العلماء أنه للحصول علـى الطاقة بهذه الطريقة يلزم ألا يقـل الفرق فى درجـة الحرارة للـمياه العـليا الـساخنة والمـياه السفلية الباردة عن ١٥ - ٢٠° مئوية . ولإنتاج الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة يلزم أن تكون ذات عائد اقتصادى مناسب .

الحصول على الطاقة من حركة المد والجزر (Tidal Energy) :

من المعروف علميًا أن ظاهرة المد والجزر (Tides) تحدث نتيجة لقوى التجـاذب بين الأرض وكل من الشمس والقـمر . ويحدث المد عندما يرتفع سطح البحر المواجه للشمس أو القمر حيث تغطى المياه الشـواطئ الواقعة فى هذه المنـاطق . بينما يحـدث الجزر بعد فترة من الزمن عنـدما ينخفض سطح البحر وتنـسحب المياه عائدة إلى البحر مرة أخرى .

ومن المعروف أيضًا أ قوة جذب الشمـس لمياه البحر فى ظاهرة المد والجزر تقل كثيرًا عن قوة جذب القمر لهذه المياه وذلك بالرغم من كبر حجم وكتلـة الشمس كثيرًا بالمقارنة لكتلـة القمر . ويفسر ذلك بأن الشمس تبعد كثيرًا عن الأرض بـينما يقع القمر قريبًا من الأرض . وتختلف قوة جذب القمر لميـاه البحر تبعًا لقربه أو بعده من الأرض حيث أنه يدور حولها فى مدار بيضاوى .

وظاهرة المد والجزر قد تحدث فى بعض الأماكن بطريقة منتظمة وفى أوقات ثابتة ومعروفة . وقد تحدث كذلك فى أماكن أخرى بطريقة متغيرة وفى أوقات غير ثابتة . وهذا بالطبع يتوقف على جغرافية البحر وطبيعة الشواطئ وحركة وارتفاع الأمواج . ونذكر كذلك فى هذا الصدد الاختلاف الكبير فى مقدار ارتفاع موجات المد من مكان لآخر .

وقد استغل العلماء هذه الطاقة الهائلة والمختزنة فى حركة مياه البحار والناتجة من ظاهرة المد والجزر فى توليد الكهرباء وذلك باستخدام بعض التوربينات الخاصة .

وأخيراً فمن الواضح أن إنتاج الطاقة باستخدام ظاهرة المد والجزر تساهم بقدر محدود فى حل مشكلة الطاقة وذلك على المستوى العالمى .

الطاقة الناتجة من حرارة الأرض

(Geothermal Energy)

مقدمة :

من المعروف أن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة على سطح الأرض حيث ترتفع درجة حرارة سطحها طوال النهار . كذلك فنحن نعرف أن درجة حرارة الأرض ترتفع تدريجيًا بازدياد العمق حيث توجد الصخور المنصهرة عل أعماق بعيدة من سطحها . ونتيجة للحرارة المتواجدة فى باطن الأرض ان تكونت الينابيع الحارة والتى غالبًا ما تنبعث من سطح الأرض فى الكثير من الأماكن على هيئة بخار أو ماء ساخن . والطاقة الحرارية لهذه الينابيع الحارة يمكن استخدامها مباشرة لأغراض التسخين المختلفة . كما يمكن استخدام البخار المنبعث منها لإدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

إضافة لما سبق فإنه يمكن الاستفادة كذلك من الحرارة الناتجة من الصخور الصلدة الساخنة فى باطن الأرض فى إنتاج الطاقة . ويتم ذلك بضخ المياه الباردة إلى باطن الأرض ومن ثم

استعادتـها ساخنة مرة أخرى حيـث تستخدم فى تشغـيل المحطات الكهرومائية.

الطاقة الناتجة من الينابيع الحارة:

منذ القـدم استخدم الإنسان الينـابيع الحارة حيث استـخدمها الرومـان لأغراض التسـخين والتدفـئة . كذلـك استخدمـت هذه الينابـيع فى علاج بعض الأمـراض حيث لا يزال وإلى يومـنا هذا الكثير من المـصحات العلاجية فى بعض الـبلاد الأوروبية مازالت تستخدم هذه المياه لأغراض العلاج والاستجمام .

وقد أقيـمت أول محطـة لتوليد الـكهرباء بـاستخدام الـطاقة الكامنة في الينابيع الحارة عام ١٩٠٤ فى منطقة لارديللو الواقعة فى شمال إيطاليا حيث تبلغ قدرتها فى الوقت الحاضر بنحو ٤٠٠ ميجاوات.

وقد أقيـمت كذلك أول مـحطة من هـذا النوع فى الـولايات المتحـدة الأمريكية فـى بدايات هذا القرن بـطاقة صغيـرة فى ذلك الوقت فى ولاية كـاليفورنيا . وحاليًا وصلـت قدرة هذه المحطات فـى نـفس المـنطـقـة إلى مـا يـقرب مـن ٣٠٠٠ (ثلاثـة آلاف) ميجاوات. وهذه المياه الحارة تحـتوى على ما يقرب من ٢٥ ٪ من الأملاح الذائبة .

ونذكر فى هذا الصدد أنه يوجد الكثير من هذه المحطات فى عدة دول أخرى نذكر منها نيوزيلندا والمكسيك واليابان وأيسلندا وروسيا .

ويوجد ثلاثة أنواع من هذه المحطات . **النوع الأول** حيث يستخدم البخار الجاف (Dry-Steam) لتشغيل التوربينات لإنتاج الطاقة الكهربية مثل محطات لاردريللو الواقعة فى شمال إيطاليا . وأيضًا فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية بالإضافة إلى فالى كالديرا بالمكسيك . **والنوع الثانى** يستخدم على نطاق واسع حيث يستبدل البخار الجاف ببخار رطب (Wet-Steam) فى تشغيل التوربينات لتوليد الكهرباء . بينما الماء الساخن الناتج فى هذه المحطات فيستخدم لأغراض التسخين وأيضًا تحلية المياه . **والنوع الأخير** حيث يستخدم الماء الساخن لأغراض التسخين المباشر وفى التدفئة وذلك مثل المحطات الموجودة فى كل من المجر وروسيا وأيسلندا واليابان ونيوزيلندا والولايات المتحدة الأمريكية .

وهناك نظريات كثيرة لتفسير ظاهرة مياه الينابيع الحارة . أهمها نظرية العالم الألمانى روبرت بنزن (Robert Bunsen) والتى تقول بزيادة درجة غليان الماء بزيادة العمق عن سطح الأرض وذلك بسبب زيادة الضغط الواقع على الماء . فعندما تلامس المياه الجوفية

الصخور الساخنة الموجودة في أعماق الأرض ترتفع درجة حرارة هذه المياه ولكن دون غليان وذلك بسبب زيادة الضغط الواقع عليها فى أعماق الأرض . وعند صعود هذه المياه الساخنة إلى سطح الأرض فإنها تتحول إلى بخار ساخن وذلك بسبب نقصان الضغط الواقع عليها .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن هذه المحطات التى تدار بالطاقة الناتجة من الينابيع الحارة تكون من الوجهة الاقتصادية أقل تكلفة عن تلك المحطات التى تدار بالطاقة الناتجة من أنواع الوقود الأخرى التقليدية مثل الفحم والبترول . ونذكر كذلك أنه بالرغم من إنخفاض تكاليف توليد الكهرباء الناتجة من بخار الينابيع الحارة إلا أن استخدام هذه الطريقة فى الحصول على الطاقة سيظل محدوداً للغاية وفى عدد قليل من الدول وذلك بسبب محدودية عدد هذه الينابيع الحارة على المستوى العالمى .

الطاقة الناتجة من صخور الأرض الساخنة :

من المعروف علميًا أنه يوجد وفى أعماق بعيدة فى باطن الأرض صخور صلدة ساخنة . وقد استغل العلماء هذه الظاهرة فى الحصول على هذه الطاقة الكامنة فى هذه الصخور وذلك بحفر الآبار العميقة للوصول إلى هذه الصخور ثم القيام بدفع تيار من الماء إليها حيث تنتقل حرارة الصخور إلى الماء والذى يدفع مرة أخرى إلى سطح الأرض عن طريق بئر أخرى مجاورة للبئر الأولى. وهذا الماء الساخن فى باطن الأرض يتحول إلى بخار عند سطح الأرض بسبب نقصان الضغط . حيث يستخدم فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

والجدير بالذكر أنه يلزم دراسة نوع الصخور الساخنة فى المنطقة التى تحفر فيها الآبار وذلك حتى لا تتسرب المياه التى تدفع إلى البئر إلى بعض الطبقات المسامية فى باطن الأرض وبالتالى لا يتم التبادل الحرارى بين هذه الصخور الساخنة والماء الذى ندفعه إليها .

والحصول على الطاقة من صخور الأرض الساخنة وبالطريقة السابق ذكرها تم بنجاح فى الولايات المتحدة الأمريكية فى بداية

السبعينات من القرن العشرين . وقد توالت التجارب المشابهة فى الكثير من البلدان الأخرى مثل فرنسا وانجلترا وألمانيا واليابان .

وحيث أن أغلب هذه الصخور الساخنة توجد على أعماق كبيرة من سطح الأرض لذلك اتجهت جهود العلماء إلى خفض التكلفة الاقتصادية لعمليات حفر الآبار العميقة للوصول إلى هذه الصخور .

وعادة تستخدم الحرارة الناتجة من الصخور الساخنة فى باطن الأرض فى أعمال التدفئة سواء فى المنازل أو فى الأماكن العامة وبذلك بواسطة استخدام أنظمة خاصة تعتمد على أجهزة التبادل الحرارى حيث تؤدى فى النهاية إلى تدفئة المنازل والأماكن العامة الأخرى وخاصة فى فصل الشتاء . وقد شاع استخدام هذه الأنظمة بكثرة فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وفرنسا وانجلترا والسويد .

ومن المفيد هنا أن نذكر أن الحصول على الطاقة من صخور الأرض الساخنة يعد من الوجهة الاقتصادية أقل تكلفة من الحصول عليها من المصادر التقليدية الأخرى المعروفة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى حيث لا يلزم لها وسائل خاصة وغالية

الثـمن لنقـلها أو أمـاكن لتخـزينهـا . بالإضافـة إلى أن عمليـات استخراجها من باطن الأرض أقل تكلفة .

ومن المتوقـع أن يشتد الاقبال عـلى هذا النوع من الـطاقة فى القرن الحادى والعشرين وخاصة أنها طـاقة رخيصة نسبيًا ومتوافرة فى أماكن كثيرة من العالم . وأيضًا فإنها طاقة نظيفة يؤدى التوسع فى استـخدامها إلـى عدم حدوث أى تلـوث للبيـئة والتى أصـبح الحفاظ عـليها نظـيفة هى إحدى مشـكلات وهموم إنسـان القرن الحادى والعشرين .

الباب السابع

الهيدروجين أحد طاقات المستقبل

خلايا الوقود

الباب السابع

الهيدروجين احد طاقات المستقبل

(Hydrogen)

مقدمة :

من المشكلات الكبرى والتى ستواجه إنسان القرن الحادى والعشرين هو احتمال نضوب مصادر الطاقة التقليدية كالبترول والغاز الطبيعى . إضافة إلى ذلك مشكلة التلوث البيئى والذى انتشر فى كل مكان على سطح الكرة الأرضية نتيجة للنشاط المتزايد للإنسان فى كافة مجالات الحياة الأمر الذى بات يهدد حياة كافة المخلوقات من إنسان وحيوان ونبات . لذلك إتجه العلماء إلى أنواع أخرى من مصادر الطاقة تتميز بالوفرة وأيضًا فى الحفاظ على البيئة من التلوث .

وكان غاز الهيدروجين هو أحد مصادر هذه الطاقة . حيث اتجهت بحوث العلماء إلى استخدامه كوقود للسيارات مثلما استخدم من قبل فى مركبات الفضاء .

وقد اتجهت بحوث العلماء إلى استخدام الهيدروجين فى مجالين . **الأول** هو استخدامه فى بطارية خاصة لإنتاج الكهرباء التى تحتاجها السيارة . **والمجال الثاني** هو استخدام الهيدروجين نفسه كوقود رئيسى للسيارة .

الهيدروجين الغاز والهيدروجين المسال :

من المعروف أن الهيدروجين متوافر بكثرة فى الطبيعة . فهو يوجد متحداً مع الأكسوجين مكونًا الماء الذى يملأ البحار والمحيطات . ويمكن الحصول على الهيدروجين نقيًا بالتحليل الكهربى للماء (Electrolysis) حيث يتحلل الماء إلى عنصريه من الهيدروجين والاكسوجين .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن استخدام الهيدروجين كوقود للسيارات سواء فى حالته الطبيعية الغازية أو تحويله إلى سائل بالضغط والتبريد يعوقه الكثير من المشاكل . ففى حالته الغازية نواجه بمشكلة تخزين الكميات اللازمة منه بطرق آمنة وأيضًا اقتصادية .

أما فى الحالة السائلة فإننا نواجه بمشاكل كثيرة تتمثل فى استخدام قدراً كبيراً من الطاقة اللازمة للحصول على ضغط مرتفع

لتحويل الغاز إلى سائل . كذلــك فإن اسالة الغاز يلزم له الوصول إلى درجة حرارة منخفضــة للغاية تصل إلى (- ٢٥٣م) . وهذه الظروف تعــوق استخدام الغاز الســائل كوقود للســيارات . إضافة إلى ذلك فـإن خزان الوقود مـن الهيدروجين الـسائل يحـتاج إلى مواصـفات خاصــة مثل كـبر الحـجم وأن يكـون سميـك الجدار وبالتالــى ثقيل الوزن وذلك حـتى يستطيـع تحمل الضغط المـرتفع للهيدروجين المسال .

هيدريدات الفلزات مصدرا للطاقة (Metal Hydrides) :

كما سـبق أن ذكرنا أن هـناك بعض الصــعوبات والتــى تعوق استخدام الهيـدروجين كمصدراً للطاقة سواء فى حـالته الغازية أو السائلة . لذلك يـبذل العلماء الكثير من الجهد للـتغلب على هذه الصعوبات . حيــث توصل البعض منهم إلى اسـتخدام هيدريدات الفلزت كمصدراً لليهدروجين .

وهيدريدات الفلزات مركبات كيميـائية تتكون من تفاعل بعض الفـلزات مع غاز الــهيدروجــين تحت ظروف خـاصة من الضــغط ودرجة الحرارة . ويلزم لهـيدريدات الفلزات المستخدمـة للحصول على الــهيدروجين بعض الخــواص الكيميائـية الخاصة والتى مـنها

سهولة التحضير وأيضًا سهولة تفككها إلى حد معين إلى عنصريها من الفلز والهيدروجين . إضافة إلى ذلك أن يكون الفلز المستخدم فى تحضير الهيدريد مناسبًا من حيث وجوده بكثرة وأيضًا رخص ثمنه .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أنه يوجد نوعان من الهيدريدات المستخدمة للحصول على الهيدروجين والتى ينطبق عليها الخواص الكيميائية السابق ذكرها . **النوع الأول** يستخدم فى تحضيرها أحد الفلزات مع الهيدروجين . ومن أمثلتها هيدريد المغنسيوم . **أما النوع الثانى** فتستخدم بعض السبائك فى تحضيرها بدلاً من الفلزات المنفردة . ومن أمثلتها هيدريد الحديد والتيتانيوم. وأيضًا هيدريد اللانثانيوم والنيكل .

وقد اتجه العلماء فى بعض البلدان والتى منها الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا إلى استخدام هيدريدات الفلزات للحصول على الهيدروجين الناتج من تفككها واستخدامه كمصدرًا للطاقة فى إدارة محركات السيارات . وأيضًا فى إدارة بعض محطات القوى لتوليد الكهرباء .

وكشأن أى مصدر آخر من مصادر الطاقة فإنه يوجد بعض

العيـوب فى استخدام هـذه الهيدريدات فـى الحصول على الـطاقة والتى منها ان وزن السبيكة المسـتخدمة في تحضير هذه الهيدريدات مثل سبـيكة الحديد والتيـتانيوم كبير نـسبيًا مما يمثل عبـئًا زائدًا على محرك السيارة . ولقـد أمكن التغلب على هذه المشكـلة باستخدام نوعين من الـهيدريدات معًا . أحداهمـا مكون من سبيـكة الحديد والتيـتانيوم وهى ذات كـفاءة عالية والأخـرى مكونة من هـيدريد المـغنسيـوم ذات الوزن الخـفيـف . إضافـة إلى ذلـك فإن غـاز الهيدروجين النـاتج من تفكك هذه الهيدريدات سـريع الاشتعال . وكذلـك فإن مسـحوق الفـلزات المسـتخدمـة فى تحضـيرها قـابل للاشتعال وخاصة عند إرتفاع درجة حرارته .

وأخيراً فـإنه من المتوقـع مستقبـلاً وخاصة فى بدايـات القرن الحادى والعشريـن أن تكون هيدريدات الفلـزات أحد أهم المصادر غير التقليدية للحصول على طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة حيث لا ينتج عن استخدامها سوى بخار الماء غير الملوث للهواء .

خلايا الوقود

(Fuel Cells)

تعتمد هذه الخلايا فى تشغيلها على تفاعل بعض الغازات مثل غازى الهيدروجين والاكسوجين . وكمثال بسيط لهذه الخلايا فإنها تتكون من ثلاث حجرات يفصلها عن بعضها أقطاب مسامية مصنوعة من عنصر الكربون والمدعمة بعنصر البلاتين المجزئ تجزيئًا دقيقًا كعامل مساعد . والحجرة الوسطى من الخلية تحتوى على مادة الكتروليتية (Electrolyte) مكونة من محلول قلوى مخفف مثل مادة هيدروكسيد البوتاسيوم . ويدفع تيار من غاز الهيدروجين من إحدى الحجرات الجانبية . بينما يدفع تيار آخر من غاز الاكسوجين من الحجرة الجانبية الأخرى حيث ينتشر كل من غازى الهيدروجين والاكسوجين خلال أقطاب الكربون المسامية حيث يتفاعلا مع مادة الالكتروليت وينتج تيارًا مستمرًا ذى جهد كهربائى صغير . ومن هنا فإنه عمليًا يمكن أن يجمع عدد من خلايا الوقود فى أعمدة يختلف عددها وفقًا لطبيعة استخدام هذه الخلايا وذلك للحصول على جهد كهربائى عال .

وتحتاج خلايا الوقود عند استخدامها فى توليد الكهرباء إلى جهاز معين لتحويل الوقود إلى غاز غنى بالهيدروجين . بالإضافة

إلى جهاز آخر يستخدم كمحول لتحويل التيار الكهربى المستمر والناتج منها إلى تيار كهربى متردد ليناسب تيار الشبكة الكهربائية العادية . والوقود المستخدم قد يكون ناتجًا من الفحم أو البترول أو من الغاز الطبيعى .

ومن المفيد أن نذكر هنا بأن خلايا الوقود تتميز عند استخدامها فى أن الطاقة الكيميائية تتحول مباشرة إلى طاقة كهربائية دون أن تتحول أولاً إلى طاقة حرارية . إضافة إلى ذلك فإن هذه الخلايا عند استخدامها عند درجات حرارة مرتفعة فإن الماء المتكون نتيجة التفاعل سيتحول إلى بخار ماء حيث يمكن بعد تكثيفه الحصول على ماء على درجة عالية من النقاء يمكن استخدامه كمصدراً لمياه الشرب فى الأماكن التى تتطلب هذه الدرجة من النقاء مثل سفن الفضاء .

وأخيراً فإننا نذكر أن خلايا الوقود تتميز بإنتاج طاقة نظيفة خالية من التلوث حيث أن ناتج تفاعل غازى الهيدروجين والاكسوجين هو بخار الماء فقط وهو أحد مكونات الغلاف الجوى المحيط بالأرض . وأيضًا فإن هذه الخلايا تتميز عند تشغيلها بعدم حدوث أى ضوضاء أو تلوث صوتى وبالتالى يمكن إقامة محطات توليد الكهرباء التى تعمل بخلايا الوقود داخل المدن وفى المناطق الآهلة بالسكان دون أدنى ضرر للبيئة المحيطة بها .

الباب الثامن

الطاقة النووية

الباب الثامن

الطاقة النووية

(Nuclear Energy)

مقدمة :

نظراً للإرتفاع المتزايد لاستهلاك الطاقة بكافة أنواعها على المستوى العالمي وما يتطلب ذلك من الاستخدام المكثف لجميع مصادر الطاقة . وبسبب التقدم العلمي والتكنولوجي والتطور المستمر في وسائل الإنتاج الصناعي والزراعي الأمر الذي يعرض بعض الأنواع من الطاقة للنضوب مثل الطاقات الناتجة من الفحم الحجري وزيت البترول والغاز الطبيعي . ونتيجة لذلك فقد اتجهت جهود العلماء في بلاد كثيرة لتطوير مصادر أخرى من الطاقة للاستخدام العملي في الحياة اليومية حيث تمتاز بعدم نضوبها وانها دائمة ومتجددة . ومن أمثلتها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وهي طاقات نظيفة وغير ملوثة للبيئة وأيضاً فمن الطاقات المتجددة الأخرى الطاقة الناتجة من المخلفات النباتية والحيوانية والتي تعرف

بالكتلة الحيوية وهى ذات فائدة عظيمة حيث تخلص البيئة من كمية كبيرة لا بأس بها من مسببات التلوث . وهذه الطاقات جميعها قد سبق ذكرها بالتفصيل فى مواضع أخرى من هذا الكتاب .

وفى هذا الباب فإننا نذكر مصدرًا هامًا للطاقة . وهى الطاقة النووية والتى يستفاد منها غالبًا فى الحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة للصناعات المختلفة مثل صناعات الألومنيوم والحديد والصلب والأسمدة والأسمنت وفى الاستخدامات المنزلية كالإضاءة وتشغيل الأجهزة الكهربائية مثل التليفزيونات والثلاجات والغسالات والمبردات وغيرها . والطاقة النووية تستخدم كذلك فى تسيير السفن وحاملات الطائرات والغواصات النووية . وأيضًا فى إنتاج النظائر المشعة والتى تستخدم بدورها فى مجالات كثيرة مختلفة مثل الطب والزراعة والصناعة .

واستخدام الطاقة النووية فى الحصول على الطاقة يلزم لها إنشاء ما يعرف بالمحطات النووية . حيث وجد العلماء أن تكاليف إنتاج الكيلووات ساعة من الكهرباء سواء فى المحطات المقامة على السدود المائية أو المحطات الحرارية والتى يستخدم فيها أنواع الوقود التقليدية مثل الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعى تفوق على تكلفة

إنتاج الكيلووات ساعة الناتج من المحطة النووية . إضافة إلى ذلك فإن المحطات الحرارية تزيد من تلوث الهواء نتيجة لإحراقها للوقود وانطلاق كميات كبيرة من غازات أول وثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت وبالتالى تسبب الكثير من الأضرار البيئية للمناطق القريبة منها .

بالرغم من ذلك فهناك الكثير من المعارضين لإقامة المحطات النووية وذلك خشية حدوث خلل ما فى بعض أجزائها الأمر الذى ينتج عنه تسرب الإشعاعات النووية الخطرة فى الأماكن القريبة من هذه المحطات وما يتبع ذلك من كوارث بيئية شديدة الضرر يستمر تأثيرها لعدة سنوات طوال . ودليلهم فى ذلك بعض الحوادث المعروفة . ونذكر منها الحادث المعروف باسم ثرى مايل ايلاند الذى حدث فى مارس عام ١٩٧٩ ميلادية فى ولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيث كانت الآثار الناتجة عنه محدودة نسبيًا لموقعه فى منطقة بعيدة عن العمران . ونذكر أيضًا الحادث الذى وقع لأحد المفاعلات النووية فى ويستفاليا بألمانيا (الغربية سابقًا) عام ١٩٨٥ ميلادية وأدى إلى تسرب الاشعاعات إلى مناطق بعيدة عن مكان الحادث . وأخيرًا الحادث الكبير الذى وقع للمفاعل النووى فى تشورنوبيل بالاتحاد السوفييتى (سابقًا) فى

أبريل عام ١٩٨٦ ميلادية والذى نتج عنه كميات ضخمة من الغبار المشع انتشر فى مناطق كثيرة من دول أوروبا أدت إلى تلوث بيئى شديد لكافة الكائنات من نبات وحيوان وإنسان .

إضافة إلى ذلك فإن قولهم بأن إقامة المحطات النووية وانتشارها فى الكثير من الدول سوف يؤدى إلى ظهور أحد المشاكل الخطيرة ذات التأثير الضار على كافة عناصر البيئة من هواء ومياه وأرض زراعية وغيرها وهى ما يعرف بالنفايات النووية . إضافة إلى البحث عن أفضل السبل للتخلص منها . فهذه النفايات الضارة تنتج إما عند استخراج خام اليورانيوم وتركيزه لتحضير الوقود النووى أو تنتج من الوقود المستهلك فى التفاعلات النووية . وبعضها ينتج من المحطات النووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية . وأخيراً النفايات النووية الناتجة من تصنيع الأسلحة الذرية والنووية .

وأخيراً نود أن نذكر نوعاً آخر من التلوث تسببه المحطات النووية وما يحدثه من اثار خطيرة وهو ما يعرف بالتلوث الحرارى وهو ينشأ عندما تستخدم هذه المحطات والتى تقام عادة بجوار شواطئ البحار أو البحيرات كميات كبيرة من المياه لتبريد مفاعلاتها

النووية ثم إلقاء هذه المياه الساخنة فى البحار أو البحيرات وبالتالى ترتفع درجة حرارتهما حيث تحدث الإخلال بالنظام البيئى والإضرار بكافة الأحياء المائية التى تعيش فى هذه المياه . ويفسر ذلك بأن ارتفاع حرارة المياه يقلل من نسبة الأكسوجين المذاب فى الماء واللازم لحياة الكائنات البحرية التى تعيش فى هذه المياه .

وأمام هذا الفريق من المعارضين فيوجد بالطبع فريق آخر من المؤيدين لاستخدام المحطات النووية لتوفير الطاقة الكهربائية وغيرها حيث يؤكدون أنه بتوفير سبل الأمان اللازمة والفعالة عند إنشاء هذه المحطات وأيضًا خلال تشغيلها . إضافة إلى إقامتها فى مناطق بعيدة عن العمران فإن ذلك كفيل بتوفير سبل الأمن والأمان لهذه المحطات . وخاصة بأن مصادر الطاقة التقليدية الأخرى كالفحم والبترول والغاز الطبيعي - وكما ذكرنا سابقًا - هى مصادر بطبيعتها ناضبة وغير متجددة .

تركيب الذرة :

بداية نقول أنه من المعروف أن جميع العناصر تتركب من ذرات (Atoms) متناهية فى الصغر . وكل ذرة منها تتكون من نواة (Nucleus) تحتوى بداخلها على بروتونات (Protons) موجبة

الشحنة ونيوترونات (Neutrons) متعادلة الشحنة . وبالتالى تكون النواة ذات شحنة موجبة . ويختلف عدد البروتونات وكذلك النيوترونات من عنصر إلى آخر . كما تحاط النواة بعدد من الإلكترونات (Electrons) السالبة الشحنة تدور فى عدة مدارات حول النواة يختلف عددها وفقًا لنوع العنصر .

وحيث أن عدد البروتونات الموجبة داخل النواة يساوى عدد الإلكترونات السالبة حول النواة فإن الذرة متعادلة كهربائيًا (Neutral) . ويعرف عدد البروتونات أو عدد الإلكترونات بالعدد الذرى (Atomic Number) . كما يطلق على مجموع اعداد البروتونات والنيوترونات بعدد الكتلة (Mass Number) .

وكتلة الذرة مركزة فى نواتها وهى تساوى مجموع أوزان البروتونات والنيوترونات بالتقريب . أما كتلة الإلكترونسات فهى ضئيلة للغاية حيث يمكن إهمالها وبالتالى فيعتبر وزن كل من البروتونات والنيوترونات يعبر عن الوزن الذرى للعنصر (Atomic Weight) .

طاقة الترابط النووى (Binding Energy) :

يوجد داخل نواة العنصر عدة قوى نذكر منها :

١ – قوة تنافر (Repulsive Force) بين البروتونات .

٢ – قوة تجاذب (Attractive Force) بين النيوترونات .

٣ – قوة تجاذب بين البروتونات والنيوترونات .

وحيث أن قوى التجاذب أقوى بكثير من قوى التنافر داخل نواة العنصر فإن النواة تكون متماسكة . والطاقة التى تربط مكونات النواة تعرف بطاقة الترابط النووى .

وقد وجد عمليًا أن كتلة النواة الفعلية أقل قليلاً من مجموع كتل مكونات النواة من البروتونات والنيوترونات . وهذا النقص فى كتلة النواة الفعلية والذى يعرف بنقص الكتلة (Mass Defect) قد تحول إلى طاقة الترابط النووى .

ومن الثابت علميًا أن المادة والطاقة وأيضًا الاشعاع هى صور متعددة لشيئ واحد . أى يمكن تحويل كل منهم إلى الآخر وذلك وفقًا للمعادلة الرياضية الشهيرة : ($E = m c^2$) حيث أن (E) تمثل الطاقة و (m) تمثل الكتلة و (c) تمثل سرعة الضوء . وهذه المعادلة خاصة بالنظرية النسبية للعالم الكبير ألبرت أينشتين (Einstein's Theory of Relativity) .

النظائر المشعة

(Isotopes)

تعرف النظائر المشعة بأنها صور مختلفة لذرة العنصر لها نفس العدد الذرى ولكنها تختلف فى الوزن الذرى وذلك لاختلاف عدد النيوترونات فى النواة .

ومن أمثلة هذه النظائر نذكر نظائر عنصر الهيدروجين حيث يوجد ثلاثة أنواع من النظائر هى :

١ – البروتيوم (Protium) ويرمز له بالرمز ($_1H^1$) .

٢ – الديوتيريوم (Deuterium) ويرمز له بالرمز ($_1H^2$) .

٣ – التريتيوم (Tritium) ويرمز له بالرمز ($_1H^3$) .

وأيضًا نظائر عنصر الأكسوجين وله أيضًا ثلاثة أنواع من النظائر وتشمل :

($_8O^{16}$, $_8O^{17}$, $_8O^{18}$) .

ويجدر أن نذكر فى هذا الصدد أن ثبات نواة العنصر يعتمد على النسبة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات داخل النواة .

فعلى سبيل المثال : فإذا تساوى عدد البروتونات والنيوترونات تكون أنوية العناصر ثابتة . وذلك كما فى حالة العناصر ذات الاعداد الذرية الصغيرة مثل الهليوم ($_{2}He^{4}$) والكربون ($_{6}c^{12}$) والنيون ($_{10}Ne^{20}$) والاكسوجين ($_{8}O^{16}$) . وهذا النوع من النظائر يعرف بالنظائر المستقرة (Stable Isotopes) .

وإذا ارتفعت نسبة النيوترونات إلى البروتونات قليلاً فإن العناصر تكون ثابتة أيضًا مثل عناصر البروم ($_{35}Br^{79}$) والحديد ($_{26}Fe^{56}$) والرصاص ($_{82}Pb^{206}$) .

أما فى حالة العناصر المشعة وذات الأنوية غير المستقرة فإن نسبة النيوترونات إلى البروتونات داخل النواة تزداد كثيرًا مثل عناصر الثوريوم ($_{90}Th^{234}$) واليورانيوم ($_{92}U^{238}$) . وهذا النوع من النظائر يعرف باسم النظائر المشعة (Radio-isotopes) .

الاستخدامات المختلفة للنظائر المشعة :

تستخدم حاليًا ومنذ فترة ليست بالقصيرة العناصر المشعة على نطاق واسع فى كافة مجالات الحياة وخاصة مجالات البحث العلمى والطب والصناعة والزراعة وذلك بسبب الحصول عليها بكميات كبيرة وبأثمان زهيدة .

النظائر المشعة والبحوث العلمية :

من التطبيقات الهامة للنظائر المشعة فى مجال البحث العلمى استخدامها فى عمليات اقتفاء الأثر سواء فى البحوث الكيميائية أو البيولوجية حيث تدخل ذرة النظير المشع فى بعض المركبات لمعرفة تركيبها أو دراسة آثارها العلاجية سواء فى الجسم البشرى أو جسم الحيوان أو فى النبات .

ومن هذه التطبيقات أيضًا استخدامها فى بعض الصناعات الكيميائية مثل صناعات أدوات التجميل والأدوية وصناعات الألياف الصناعية والمطاط الصناعى والمنظفات الصناعية واستخلاص المعادن ومنتجات البلاستيك .

النظائر المشعة ومجالات الطب المختلفة :

تستخدم النظائر المشعة فى الطب سواء فى التشخيص أو فى العلاج . حيث يستخدم الكوبلت - ٦٠ فى علاج الأورام بأشعة جاما التى يصدرها . واليود - ١٣١ والذى يستخدم فى الكشف عن مدى كفاءة أداء الغدة الدرقية والكبد والكلى وفى الكشف على صمامات القلب وفى تقليل نشاط الغدة الدرقية لعلاج بعض حالات أمراض القلب مثل الذبحة الصدرية وهبوط القلب .

ويستخدم كذلك الصوديوم – ٢٤ فى الكشف عن كفاءة الدورة الدموية فى الشرايين التاجية مع تحديد أماكن الضيق بها . ونظير الفوسفور – ٣٢ فى علاج بعض أمراض الدم مثل مرض اللوكيميا ومرض زيادة كرات الدم الحمراء . وكذلك يستخدم الاسترونشيوم – ٩٠ فى علاج بعض أمراض العيون مثل الرمد الربيعى وبعض الأورام التى تصيب العين . ومن الاستخدامات الهامة للنظائر المشعة فى المجالات الطبية استخدامها فى تعقيم كافة الأدوات الطبية المستخدمة فى العلاج وفى العمليات الجراحية وذلك باستخدام أشعة جاما الصادرة من الكوبالت – ٦٠ .

النظائر المشعة ومجالات الصناعة :

عندما نتحدث عن استخدامات النظائر المشعة فى مجالات الصناعة المختلفة فإننا نجد صعوبة كبيرة فى حصر هذه المجالات والتى تشمل قياس معدل الانسياب والنقل والكشف عن بعض آلات التسرب ودراسة التآكل والكشف عن الكميات الضئيلة والكشف عن المواد بعيدة المنال وعمليات التصوير الذاتى بالإشعاع والمقاييس المختلفة والتى تشمل السمك والكثافة والارتفاع والمناسيب وعمليات اقتفاء الأثر .

أما الصناعات فسوف نذكر منها : صناعة المنتجات البترولية والفحم وصناعات اللب والورق والمنتجات الورقية والمواد الغذائية والدوائية ومواد التجميل . والصناعات البتروكيميائية مثل الألياف الصناعية والبلاستيك والمطاط الصناعى والمنظفات الصناعية وغيرها . وكذلك الصناعات المعدنية وصناعة السيارات وفى صناعة البطاريات النووية وفى صناعة الساعات الرقمية . وكذلك تستخدم النظائر المشعة فى التنقيب عن البترول والكشف عن المعادن . وأيضًا تستخدم فى عمليات التصوير الإشعاعى باستخدام أشعة جاما .

النظائر المشعة ومجالات الزراعة :

من الاستخدامات الهامة للنظائر المشعة استخدامها فى مجالات الزراعة المختلفة سواء ما يختص بالتربة ومياه الرى وأنواعها واستخدام الأسمدة المناسبة بالإضافة إلى مقاومة الحشرات الضارة بالنبات وأيضًا فيما يتصل بتنمية الثروة الحيوانية وأخيرًا استخداماتها المتعددة فى مجال حفظ الأغذية بالإشعاع .

ونذكر هنا بعض الأمثلة بشيئ من التفصيل . ففى مجال استخدام الأسمدة أمكن باستخدام النظائر المشعة من معرفة المقادير

الدقيقة من العناصر التى يحتاجها النبات لنموه . وبذلك أمكن توفير الكثير من النفقات التى تهدر هباء نتيجة الاستخدام الزائد للأسمدة .

وفى مجال آخر وهو مقاومة الحشرات الضارة سواء للإنسان أو للنبات . فقد قاومها الإنسان باستخدام المبيدات الحشرية (Insecticides) حيث وجد بعد استخدامها المكثف لعدة عقود أن هذه الحشرات قد اكتسبت مناعة ضد هذه المبيدات . أضف إلى ذلك فإن استخدام هذه المبيدات الحشرية لها من الآثار السلبية والضارة للإنسان والحيوان والنبات ..

ومن هنا فقد استخدمت أشعة جاما الصادرة من الكوبالت - ٦٠ فى تعقيم ذكور الحشرات حيث أدى ذلك إلى القضاء على نسبة كبيرة من هذه الحشرات الضارة . وواضح أن استخدام هذه الطريقة يؤدى إلى الحفاظ على البيئة من التلوث . وأيضًا توفير الكثير من النفقات فى مقاومة هذه الحشرات .

وأخيراً فإننا نذكر مجالاً هامًا لاستخدام النظائر المشعة فى مجالات الزراعة وهو حفظ الأغذية والمحاصيل بالإشعاع . فمن المعروف أن الإنسان استخدم عدة طرق مختلفة ومازال لحفظ الغذاء من الفساد مثل التبريد والتجميد والتجفيف والتعليب .

وبعد ذلك استخدم طريقة الاشعاع فى حفظ غذائه حيث تتميز بالسرعة وقلة التكاليف . ومن المفيد أن نذكر أن الدور الذى يقوم به الاشعاع فى حفظ الأغذية هو تثبيط أو تحطيم خلايا البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى الملوثة للغذاء . ونذكر أيضًا أن استخدام الجرعات المنخفضة من الإشعاع يؤدى إلى إنخفاض فى معدل فقد الفيتامينات بالمقارنة لما يحدث عند استخدام طرق التجفيف أو التجميد أو التعليب . أما إذا استخدمت جرعات مرتفعة من الاشعاع فإن فقد الفيتامينات يزداد . ولعلاج هذا النقص فى الفيتامينات يلزم إضافة بعض مستحضرات هذه الفيتامينات إلى الأغذية المعالجة بالإشعاع .

وتنقسم طرق المعالجة بالإشعاع إلى طريقتين : الطريقة الأولى وتعرف باسم البسترة بالاشعاع . حيث تستخدم الجرعات المنخفضة من الإشعاع . أما الطريقة الثانية فتعرف باسم التعقيم . حيث يستخدم لها جرعات مرتفعة من الاشعاع .

وتحفظ الأغذية باستخدام أشعة بيتا أو أشعة جاما . ومن المفيد أن نذكر أن استخدام أشعة جاما هو الأكثر انتشاراً بسبب زيادة معدل تخللها داخل الأنسجة . وتقاس قوة جرعة الاشعاع بوحدات تعرف باسم الراد (Rad) .

النشاط الإشعاعى الطبيعى

(Natural Radioactivity)

كان الفيلسوف الاغـريقى ديموقريتس (Democritus) قد أشار إلى أن المواد تتركب من جسيمات دقيقة لا يمكن تجزئتها .

وفى بداية القرن التاسع عشر قدم العـالم الكيميائى البريطانى جون دالتون (John Dalton) نظريته عن الذرة حـيث افترض أنها أصغر جزء من العنصر وان ذرات العنصـر الواحد متشابهة ولكنها تختلف من عنصر إلى آخر .

وفى نهاية القـرن التاسع عشر اكتشف العالم الـفرنسى هنرى بيكريل (Henri Becquerel) أن بعض العناصر مثـل اليورانيوم لها خاصية أطلق عـليها اسم النشاط الاشعاعى . وقد تـبعه بعد ذلك العالمان الـفرنسيان بيـير ومارى كورى (Pierr and Marie Curie) باكـتشـاف بعـض العـناصـر الأخرى المـشعـة مثـل البـولونـيوم (Polonium) والراديوم (Radium) .

والنشاط الاشعـاعــى الطبيعـى ما هو إلا تفتت تلقـائى لنواة ذرة العنـصـــر المشع حـيث تخرج من نواتـه إشعاعات غير مـرئية تشمل :

١ – النــوع الأول : تعرف بـأشعة ألفا . وجاء الاســم من الحرف اليونانــى (ألفا ∝) . وهى تشبه تركــيب نــواة ذرة الهليوم ($_2He^4$) أى مكــونة من اثنــين من البــروتونات واثنــين من النيوترونات . وخصائص أشعة ألفا هى : جسيمات مادية لها كتلــة تكافئ كتــلة نواة عنصــر الهليوم وهــى موجبة الشــحنة وتتأثر بالمجالات المغــناطيسية والكهربية . وسرعــتها أقل كثيراً من سـرعة الضوء . كــما أن قدرتــها علــى النفاذ فــى المواد ضعيفة . ولهــا تأثير على ألواح التصوير الفــوتوغرافى . كما تحدث وميض لبعض المواد الكيميــائية . ولها قدرة كبيرة على تأين الغازات .

ومن المفيد أن نذكر أنه بانبعــاث أشعة ألفا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر آخر جديد يقل العدد الذرى له بمقدار ٢ . كما يقل الــوزن الذرى له بمقدار ٤ عن العنصر الأصلــى . ولتوضيح ذلك نذكــر أن عنصر اليــورانيوم (Uranium) يشع جسيــمات ألفا حيث يــتكون عنـصر آخر وهو الـثوريوم (Thorium) كما يــتضح ذلك من المعادلة النووية الآتية :

$${}_{92}U^{238} \rightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_{2}He^{4}$$

Uranium Thorium Alpha-particles

٢ - النوع الثاني : تعرف بأشعة بيتا حيث جاء الاسم من الحرف اليوناني (بيتا B) وهى مكونة من الإلكترونات أى سالبة الشحنة . وخصائص أشعة بيتا تشمل : جسيمات مادية متوسطة الكتلة بين أشعة ألفا وأشعة جاما . وهى سالبة الشحنة وتتأثر بالمجالات المغنطيسية والكهربية . وسرعتها أقل قليلاً من سرعة الضوء . وقدرتها على النفاذ فى المواد متوسطة . ولها تأثير على ألواح التصوير الفوتوغرافى كما تحدث وميض لبعض المواد الكيميائية . ولها أيضًا قدرة متوسطة على تأين الغازات .

وعند انبعاث أشعة بيتا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون أيضًا عنصر آخر جديد يزيد العدد الذرى له بمقدار ١ عن العنصر الأصلى . بينما يبقى الوزن الذرى له ثابتًا لا يتغير .

وتفسير ذلك هو أن أحد النيوترونات داخل النواة قد تحول إلى بروتون موجب والكترون سالب ويتبع ذلك خروج الالكترون على صورة أشعة بيتا . بينما يبقى البروتون داخل النواة وبالتالى يقل عدد النيوترونات بمقدار واحد ويزداد عدد البروتونات بمقدار واحد أيضًا أى أن الوزن الذرى يظل ثابتًا . بينما يزداد العدد الذرى بمقدار واحد . ومثال ذلك :

$$_{90}Th^{234} \rightarrow {}_{91}Pa^{234} + {}_{-1}e^{0}$$

Thorium Protactinium Beta-Particles

٣ - **النوع الثالث** : تعرف بأشعة جاما (γ) وهى تتكون من موجات كهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves) كبيرة الشبه بالأشعة السينية (x-Rays) وخصائص أشعة جاما هى : موجات كهرومغناطيسية عديمة الكتلة وأيضًا عديمة الشحنة . ولا تتأثر بالمجالات المغناطيسية والكهربية . وسرعتها تعادل سرعة الضوء بالتقريب . وقدرتها على النفاذ فى المواد قوية كما تؤثر على ألواح التصوير الفوتوغرافى وتحدث وميض لبعض المواد الكيميائية . وأيضًا ضعيفة القدرة على تأين الغازات .

وعند انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة العنصر المشع فإنه لا يحدث أى تغير فى كلا من العدد الذرى والوزن الذرى عن العنصر الأصلى حيث أن أشعة جاما هى موجات كهرومغناطيسية وليست جسيمات مادية .

وأخيراً نذكر ما يعرف باسم فترة نصف العمر (Half-Life Period) للعنصر المشع وهى تعبر عن الزمن اللازم ليتحلل فيه نصف عدد أنوية العنصر . أو الزمن الذى يفقد فيه العنصر المشع

نصف كتلته . وفترة نصف العمر تختلف من عنصر مشع إلى آخر. فهى تقدر بفترات زمنية مختلفة ابتداء من أجزاء الثوانى وإنتهاء بالملايين من السنين .

النشاط الإشعاعى الصناعى (Artificial Radioactivity) :

منذ قديم الزمان والإنسان يحاول الوصول إلى طريقة لتحويل العناصر الرخيصة إلى عناصر ثمينة مثل الذهب . وقد حاول الكثير من الكيميائيين القدماء إتمام ذلك التحويل إلا أنهم أخفقوا جميعًا وباءت جميع تجاربهم فى ذلك بالفشل الذريع بطبيعة الحال.

وبداية يلزم هنا التفرقة بين التفاعلات الكيميائية العادية وبين التفاعلات النووية والتى نتحدث عنها فى النشاط الإشعاعى الصناعى . فالنوع الأول وهى التفاعلات الكيميائية فهى تحدث عن طريق الإلكترونات الموجودة فى المستوى الخارجى للذرة وتتم فى ظروف عادية من درجات الحرارة وينتج عنها مقدار محدود من الطاقة . وفى هذه التفاعلات لا يتم تحويل عنصر إلى آخر بالإضافة إلى أن تفاعلات نظائر العنصر الواحد تعطى نفس النواتج فى التفاعل الكيميائى .

أما التفاعلات النووية والتى نحن بصدد الحديث عنها فإنها تحدث بين أنوية ذرات العناصر والقذائف الموجهة إليها حيث تتم تحت تأثير جهد كهربى عال أو بقذف الأنوية . وكنتيجة لهذه التفاعلات النووية ينطلق كميات هائلة من الطاقة مع تكوين عنصر آخر يختلف تمامًا عن العنصر الأصلى . كا أن تفاعلات نظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة فى التفاعل النووى .

والنشاط الإشعاعى الصناعى يشمل التفاعلات النووية والتى يمكن إجراؤها بواسطة إطلاق إحدى القذائف (Projectiles) والتى تشمل النيوترونات ($_0n^1$) أو البروتونات ($_1H^1$) أو الديوتيرونات ($_1H^2$) أو جسيمات ألفا ($_2He^4$) على نواة عنصر والتى ينتج عنها اضطراب نووى داخل نواة العنصر مما يؤدى فى النهاية إلى تكون عنصر آخر جديد أو نظير آخر لنفس العنصر ويصحب ذلك إنطلاق كميات هائلة من الطاقة . ويتم ذلك داخل ما يعرف بالمفاعلات النووية (Nuclear Reactors) .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن التفاعلات النووية ونواتجها تتوقف على نوع وطاقة القذيفة بالإضافة إلى نوع العنصر المقذوف . ويتضح ذلك من التفاعلات النووية الآتية :

1 - $_{13}Al^{27} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{11}Na^{24} + {}_{2}He^{4}$

Aluminium Neutron Sodium Alpha-Particles

2 - $_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1}$

Nitrogen Alpha-Particles Oxygen Proton

3 - $_{53}I^{127} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{53}I^{128}$ + Gamma-Rays

Iodine Neutron Iodine Gamma-Rays

4 - $_{3}Li^{7} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{2}He^{4}$ + Energy

Lithium Proton Alpha-Particles Energy

5 - $_{6}C^{12} + {}_{1}H^{2} \rightarrow {}_{5}B^{10} + {}_{2}He^{4}$

Carbon Deuteron Boron Alpha-Particles

التفاعلات الانشطارية النووية

(Nuclear Fission Reactions)

كان الكثير من العلماء يحاولون إلى جانب العالم الإيطالى فرمى (Fermi) صنع الذرة ذات العدد الذرى رقم (٩٣) بقذف عنصر اليورانيوم بالنيوترونات . ومن هؤلاء العلماء إثنان من الألمان هما أتوهان (Otto Hahn) وفريتز اشتراسمان (fritz Strassmann) حيث قاما عام (١٩٣٩) باكتشاف أن ذرة عنصر اليورانيوم يمكن أن تنقسم إلى عنصرين مختلفين إذا قذفت بالنيوترونات عالية الطاقة بالإضافة إلى انطلاق كمية هائلة من الطاقة وفقًا للمعادلة :

$$_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\,{}_{0}n^{1} + \text{Energy}$$

ويطلق على التفاعل السابق اسم التفاعل المتسلسل (Chain Reaction) حيث أن النيوترونات الناتجة من هذا التفاعل تصطدم بنواة ذرة يورانيوم أخرى حيث يحدث تفاعل نووى جديد ينتج عنه أيضًا من النيوترونات والتى تصطدم بنواة ذرة يورانيوم ثالثة . وهكذا يستمر سريان التفاعل المتسلسل . وهذا النوع من

التفاعلات يعرف باسم التفاعلات الانشطارية (Fission Reactions) وفيها يتم قذف نواة ذرة عنصر مشع بقذيفة نووية (Projectile) حيث ينتج عن ذلك انشطار نواة العنصر المشع إلى نواتين لعنصرين مختلفين مع تكون عدد من النيوترونات إضافة إلى كميات هائلة من الطاقة .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن هناك نظيرين لعنصر اليورانيوم . الأول هو اليورانيوم (٢٣٥) (${}_{92}U^{235}$) وهو القابل للانشطار . والنظير الثانى هو اليورانيوم (٢٣٨) (${}_{92}U^{238}$) وغير قابل للانشطار ، وأيضًا نذكر أن اليورانيوم الطبيعى والمستخدم عادة فى المفاعلات النووية يحتوى على نسبة تبلغ ٠,٧ ٪ من اليورانيوم (٢٣٥) على وجه التقريب . بالإضافة أيضًا إلى استخدام اليورانيوم والذى يحتوى على نسبة ٢ - ٤ ٪ من اليورانيوم (٢٣٥) فى الكثير من الحالات .

كذلك فإننا نذكر أيضًا أنه لبدء هذا التفاعل المتسلسل يلزم وجود قدر معين من المادة التى تقبل الانشطار وذلك حتى يمكن للنيوترونات الناتجة أن تصطدم بذرات جديدة وتؤدى إلى انشطارها وبالتالى يحدث التفاعل المتسلسل .

ويسمى أقل قدر من المادة يسمح لبـدء التفاعل المتسلسل باسم الكتلة الحرجة (Critical Mass) فمثلاً عند استخدام كمية أقل من الكتلة الحرجة لا يـحدث التفاعل المتسلسل . ولكـنه يحدث فقط عند استخدام كميـة مساوية لها أو كمية أكبر منها . وتـعتمد كمية الكتـلة الحرجة على نـوع المادة المستخـدمة للانشطار وأيـضًا على شكلها .

المفاعل النووى الانشطارى

(Fission Nuclear Reactor)

هو الجهاز الخاص والذى يتم بداخله التفاعل المتسلسل حيث يتكون من الأجزاء التالية :

١ - قلب المفاعل (Core of Reactor) :

عبارة عن حجرة مكعبة الشكل مصنوعة من الجرافيت النقى حيث يتخللها بعض الفتحات والتى يوضع بها قضبان الوقود النووى أى المادة القابلة للانشطار . وأيضًا يوجد بعض المواد المهدئة والتى لها القدرة على أن تبطئ من سرعة النيوترونات والتى تستخدم فى عملية انشطار اليورانيوم (٢٣٥) . بالإضافة إلى وجود عاكس من الجرافيت يحيط بقلب المفاعل حيث يعمل على عدم تسرب النيوترونات خارج المفاعل .

٢ - أنابيب تبريد المفاعل (Cooling System) :

ينتج من التفاعل المتسلسل كميات هائلة من الحرارة داخل قلب المفاعل . وللتخلص من هذه الحرارة يمرر السائل المبرد داخل قلب المفاعل محيطًا بالوقود النووى حيث يستخدم الماء عادة والذى

ترتفع درجة حرارته ويتحول إلى بخار يستخدم فى إدارة التوربينات وتوليد الكهرباء .

كذلك يمكن استخدام الغازات فى تبريد المفاعلات النووية . ومن أمثلتها غاز ثانى أكسيد الكربون وغاز الهليوم . وفى هذه الحالة يستخدم الجرافيت فى تهدئة التفاعل النووى المتسلسل بإبطاء سرعة النيوترونات .

٣ - قضبان التحكم (Controlling System) :

توضع هذه القضبان فى قلب المفاعل حيث تصنع من مواد خاصة مثل البورون أو الكادميوم لها خاصية امتصاص النيوترونات حيث يمكن رفعها أو خفضها داخل قلب المفاعل حيث تعمل على ضبط التفاعل الانشطارى المتسلسل وبالتالى فى قدرة المفاعل فى توليد الطاقة .

٤ - الدرع الصلب (Steel Shield) :

هو عبارة عن وعاء من الصلب يحيط بالمفاعل وأيضًا بأجهزة التبريد .

٥ - الدرع الخرسانى (Concrete Shield) :

هو جدار سميك من الخرسانة المسلحة والتى يبلغ سمكها حوالى المترين يحيط بالدرع الصلب . ووظيفته امتصاص النيوترونات التى قد تتسرب . وأيضًا لمنع تسرب أى إشعاعات ذرية أخرى .

انواع المفاعلات (Kinds of Reactors) :

يوجد نوعان من المفاعلات النووية :

النوع الأول يعرف باسم مفاعلات الأبحاث (Research Reactors) حيث يستخدم فى إجراء البحوث العلمية وأيضًا إنتاج النظائر المشعة والتى تستخدم فى عدة مجالات مختلفة مثل الطب والصناعة والزراعة (أنبه القارئ بأنه قد سبق الكلام عن الاستخدامات المختلفة للنظائر المشعة فى موضع آخر من هذا الكتاب) .

والنوع الثانى يعرف باسم مفاعلات القوى (Power Reactors) وهى المفاعلات الخاصة بإنتاج الطاقة حيث يتم إنتاج طاقة حرارية كبيرة تستخدم فى توليد البخار والذى بدوره يستخدم فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

ومن المفيد أن نذكر أن كفاءة المفاعل النووى تقل تدريجيًا بمرور الزمن . ويعزى ذلك إلى أن بعض ذرات المادة المستخدمة كوقود تتحول عند انشطارها إلى ذرات عناصر أخرى غير مشعة حيث تمتص الكثير من النيوترونات السريعة والتى تنتج من الوقود الأصلى المستخدم . وذلك يؤدى إلى النقص فى معدل التفاعل المتسلسل وبالتالى يقلل من كفاءة المفاعل النووى .

التفاعلات الاندماجية النووية

(Nuclear Fusion Reactions)

يشمل هذا النوع من التفاعلات اندماج نواتين أو أكثر لعنصر معين حيث ينتج عن هذا الاندماج نواة عنصر آخر تكون كتلته أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة . وهذا النقص فى الكتلة يتحول إلى طاقة هائلة وفقًا لقانون العالم الفيزيائى الشهير ألبرت أينشتاين (Albert Einstein) ($E = m c^2$) حيث (E) تمثل الطاقة و (m) تمثل الكتلة و (c) تمثل سرعة الضوء .

ويتم الحصول على هذه الطاقة الهائلة بإندماج أنوية ذرات الهيدروجين . ويحدث ذلك الإندماج بسهولة عن أى عنصر آخر حيث أن قوى التنافر بين الأنوية ضعيفة لاحتواء نواة ذرة

الهيدروجين على بروتون واحد حيث تكون الشحنة على النواة صغيرة للغاية بالمقارنة لأى عنصر آخر .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن الطاقة الشمسية الهائلة (Solar Energy) تنتج من إندماج ذرات الهيدروجين داخل الشمس .

وفى التفاعلات الاندماجية غالبًا ما يستخدم بعض نظائر الهيدروجين مثل نظير الديوتيريوم (Deuterium ; $_1H^2$) ونظير التريتيوم (Tritium ; $_1H^3$) .

ونظائر الهيدروجين يمكن الحصول عليها بالتحليل الكهربى للماء . إضافة إلى ذلك فإن مياه البحار والمحيطات تعتبر مصدرًا هائلاً لا يفنى للحصول على هذه النظائر اللازمة للحصول على هذه الطاقة الاندماجية النووية الهائلة .

وهناك بعض الصعوبات فى التفاعلات الاندماجية لا نجدها فى التفاعلات الانشطارية . وأهم هذه الصعوبات أن التفاعلات الاندماجية تحتاج إلى طاقة حرارية عالية تصل إلي ملايين الدرجات المئوية لتصبح أنوية نظائر الهيدروجين خالية من الكتروناتها حتى تسهل عملية الاندماج . ولذلك يستخدم تفاعل انشطارى متسلسل للحصول على هذه الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الاندماجى .

ومن المفيد أن نذكر هنا فى هذا الصدد أن تسخين ذرات الهيدروجين إلى هذه الدرجات العالية والتى تبلغ ملايين الدرجات المئوية يحولها إلى صورة جديدة من المادة تعرف باسم البلازما (Plasma) حيث تكون فيها المادة على هيئة أنوية منفردة والكترونات حرة ذات سرعات هائلة . وهذا ما يحدث داخل الشمس نتيجة لما يجرى بها من التفاعلات الاندماجية النووية .

ومن أمثلة التفاعلات الاندماجية النووية نذكر ما يلى :

$$1 - {}_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1 + \text{Energy}$$

Deuterium Helium Neutron

$$2 - {}_1H^3 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + \text{Energy}$$

Tritium Deuterium Helium Neutron

وبمقارنة التفاعلات الاندماجية بالتفاعلات الانشطارية نلاحظ أن هناك عدة مزايا فى الحصول على الطاقة الاندماجية والتى منها أن نسبة الاشعاعات الصادرة من التفاعلات الاندماجية أقل بكثير من تلك الإشعاعات الصادرة من التفاعلات الانشطارية . كذلك توافر نظائر الهيدروجين فى مياه البحار والمحيطات . إضافة إلى

ذلك الحصول على طاقة حرارية هائلة وأيضًا الحصول على طاقة كهربية مباشرة .

وبالمقابل فإن التفاعلات الاندماجية تواجه بعض الصعوبات والمتمثلة فى صعوبة الحصول على درجات حرارة والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية لبدء التفاعل الاندماجى (وقد ذكرنا ذلك من قبل) . إضافة إلى ذلك فإن جدران المفاعل الاندماجى لا تستطيع أن تتحمل درجات الحرارة العالية والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية دون أن تنصهر .

وقد تمكن العلماء من التغلب على هذه الصعوبة باستخدام طريقتين لتقييد واحتواء البلازما وهى الصورة التى يوجد عليها نظائر الهيدروجين فى درجات الحرارة العالية . فالطريقة الأولى تشمل استخدام أشعة الليزر . والثانية يستخدم فيها مجال مغناطيسى قوى يعمل على تركيز أنوية الهيدروجين بعيداً عن جدران المفاعل .

واستكمالاً لحديثنا عن التفاعلات الاندماجية النووية فمن المفيد أن نذكر أيضًا أنه يمكن حدوث التفاعلات الاندماجية النووية لذرات الهيدروجين وتحولها إلى ذرات الهليوم مع انطلاق كميات

هائلة من الطاقة دون الحاجة إلى الوصول إلى درجات الحرارة الهائلة والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية . ويتم ذلك باستخدام بعض الجسيمات الأولية والسالبة التكهرب والتى تعرف باسم الميونات (Muons) وفى هذه الحالة فإن درجة الحرارة المناسبة لحدوث تفاعل الاندماج النووى فى وجود الميونات لا تتجاوز الألف درجة مئوية وهى درجة حرارة منخفضة جداً بالمقارنة مع درجة حرارة الملايين من الدرجات المئوية . ويطلق على هذه الطريقة والتى تستخدم فيها الميونات اسم الاندماج النووى البارد .

المؤلف فى سطور

أستاذ دكتور / توفيق محمد محمد قاسم

- من مواليد القاهرة حيث تخرج من المدرسة القربية الابتدائية والمدرسة الابراهيمية الثانوية .
- بكالوريوس علوم بتقدر عام «جيد جداً» قسم الكيمياء التطبيقية من جامعة عين شمس عام ١٩٦٤ .
- ماجستير علوم فى الكيمياء العضوية التطبيقية من جامعة القاهرة عام ١٩٦٨ .
- دكتوراه فلسفة فى الكيمياء العضوية التطبيقية «البتروكيماويات» من جامعة عين شمس عام ١٩٧٣ .
- مساعد باحث ومدرس مساعد بالمركز القوى للبحوث أعوام ١٩٦٤-١٩٧٣ .
- باحث بالمركز القومى للبحوث أعوام ١٩٧٤-١٩٧٩ .
- أستاذ مساعد بمعهد بحوث البترول أعوام ١٩٧٩-١٩٨٤ .
- أستاذ بمعهد بحوث البترول منذ عام ١٩٨٤ .
- وكيل قسم البتروكيماويات من عام ١٩٨٧-١٩٩١ .
- رئيس معمل المواد ذات النشاط السطحى عام ١٩٩٤-١٩٩٧ .

- رئيس قسم البتروكيماويات بمعهد بحوث البترول من عام ١٩٩٧-١٩٩٩ .
- له حاليًا أكثر من ستين بحثًا منشورًا فى مجال البتروكيماويات فى المجلات العلمية المحلية والأجنبية .
- أشرف على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه .
- اشترك فى العديد من المؤتمرات العلمية المحلية والدولية .
- عمل كأستاذ مشارك بقسم الكيمياء بكلية العلوم التطبيقية والهندسية فى جامعة أم القرى بمكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية .
- عمل كمستشار كيميائى بالغرف التجارية الصناعية بالمملكة العربية السعودية .
- عضو اللجنة العلمية الدائمة لترقية أعضاء هيئة البحوث لوظائف الأساتذة والأساتذة المساعدين بالمركز القومى للبحوث .
- عضو اللجنة العلمية الدائمة لترقية أعضاء هيئة البحوث لوظائف الأساتذة والأساتذة المساعدين بمعهد بحوث البترول.
- قام بتقديم الكثير من الاستشارات العلمية لبعض شركات

البترول وأيضًا لبعض شركات المنظفات الصناعية . كما شارك في بعض المشاريع القائمة بالمعهد .

- قام بتأليف الكتب العلمية بهدف نشر الثقافة العلمية وهى :

١ - كتاب «البترول والحضارة» .

٢ - كتاب «التلوث مشكلة اليوم والغد» . ضمن سلسلة العلم والحياة - عام ١٩٩٥ - الهيئة المصرية العامة للكتاب .

- قام بنشر الكثير من المقالات العلمية فى مجلة العلم التابعة لأكاديمية البحث العلمى والتكنولوچيا ودار التحرير للطباعة والنشر . وأيضًا فى مجلة الغرفة التجارية الصناعية بينبع بالمملكة العربية السعودية .

- حصل على جائزة الدولة فى مجال «الثقافة العلمية» من أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا لعام ١٩٩٦ .

- نشر له كتابان . الأول بعنوان «التلوث مشكلة اليوم والغد» . والثانى بعنوان «البترول والحضارة» فى المشروع الثقافى «مكتبة الأسرة» - مهرجان القراءة للجميع عام ١٩٩٩ .

- حصل على درع نادى أعضاء هيئة البحوث مع شهادة تقدير عام ٢٠٠١ .

الفهرس

الموضـــــوع	الصفحة

الموضـــــوع	الصفحة

الموضــــوع	الصفحة

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الإيـداع
١٣٥٨٢ / ٢٠٠٤ ISBN 977.01.9167.1

مهرجان القراءة للجميع



مكتبة الأسرة

هذا العام نحتفل ببلوغ مكتبة الأسرة عامها العاشر وقد أضاءت بنور المع[illegible]سرى بأكثر من ٨٠مليون نسخة كتاب من أمهات الكتب فى فروع المعرفة الإنسانية المختلف[illegible]ات تفتحت عيون أطفال كانوا فى العاشرة من عمرهم على إصدارات مكتبة الأسرة وكا[illegible]بر السنوات العشره الماضية لتلهب فى تلك العقول الشابة الآن نهم المعرفة من خلال ال[illegible] البداية أن المعرفة هى سلاحنا الأمضى لتأخذ مصر مكانتها فى ذلك العالم الجديد الذ[illegible] على القوة والمال لأنها تحمل الإنسان إلى آفاق لا حدود لها فى عالم متغير شعاره ثور[illegible]دفقها عبر كل وسائل الاتصال ولم يكن منطقيا أن نقف مكتوفى الأيدى. . فكانت مك[illegible]مت إسهامة أساسية نستقبل بها ذلك العصر الجديد، عصر المعرفة وإننا لنتطلع فى الا[illegible]صل مكتبة الأسرة ثمارها اليانعة وتساهم فى التغير المعرفى والتكنولوجى لمعطيات[illegible] لشبابنا أن يشارك بدور فاعل فى تقدم البشرية الجديد لتكون امتدادا حضاريا معا[illegible]ة القديمة التى كانت أهم وأقدم الحضارات الإنسانية عبر التاريخ.

سوزان مبارك

مهرجان القراءة للجميع
للطفل - للشباب - للأسرة
جمعية الرعاية المتكاملة

الثمن : ١,٥ جنيه